

國立政治大學商學院風險管理與保險學系碩士班

碩士學位論文

不同制度下附保證型變額年金之資本要求研究

Study of Capital Requirement of Guaranteed
Minimum Benefit Variable Annuity under
Implementation of Different Capital Standard



指導教授：黃泓智 博士
楊曉文 博士

研究生：戴偉軒 撰

中華民國一一〇年七月

中文摘要

台灣將於 2026 年採用以 ICS2.0(Insurance Capital Standard 2.0)為基礎之新一代清償能力制度以取代過去的風險資本額制度(Risk-Based Capital)，而 NAIC(National Association of Insurance Commissioners)對於附保證型商品之準則也隨著時間更迭，準備金制度 VM21 自 2020 年供保險公司自願性加入，逐漸取代 AG43。

本研究以躉繳最低死亡、提領保證變額年金(Guaranteed minimum death, withdrawal variable annuity)為例探討不同制度對附保證型商品的資本要求影響。準備金方面，研究發現 VM21(Valuation Manual 21)準備金普遍較 AG43(Actuarial Guideline XLIII)保守，保險公司需提存較高之準備金，且 VM21 準備金對市場波動的反應也較為劇烈。資本要求方面，相較於風險資本額制度 RBC 使用係數法計算，以 ICS2.0 透過壓力法計算之資本要求金額較高，且較能反映市場變化，當市場下跌時 ICS2.0 之資本要求較能即時反應該商品潛在風險。綜觀而言，ICS2.0 制度較過去 RBC 更能反映市場現況，而 VM21 制度較 AG43 制度保守，因此保險公司未來發行附保證型商品時應謹慎估算準備金與資本要求以因應資本市場短時間的大幅波動，建議保險公司應在發行商品前考量風險胃納以利永續經營。

關鍵字：附保證型變額年金、新一代清償能力制度、ICS 2.0、AG 43、VM-21

Abstract

Taiwan will implement a new capital-adequacy requirement which is based on ICS2.0(Insurance Capital Standard 2.0) in 2026 to replace the Risk-Based Capital standard. Besides, the reserve standard for guaranteed minimum benefit variable annuity has changed from AG43(Actuarial Guideline XLIII) to VM21(Valuation Manual 21) which has been voluntarily adopted by insurance companies since 2020.

This research studies the impact on the capital requirement of single-payment guaranteed minimum death and withdrawal benefit variable annuity under the different capital standards. For the reserve, the research finds out VM21 is more conservative than AG43, and thus, insurance companies should prepare more reserves under the new standard. Besides, the VM21 reserve is more sensitive to the market, so the reserve amount is more volatile than the AG43 reserve. For the capital requirement, the capital requirement amount calculated by the stress test under ICS2.0 is more than the amount calculated by the factor-based method under RBC, and because ICS2.0 is more sensitive to the market, the capital requirement can better reflect the implied risk of the insurance product in the bear market. In short, ICS2.0 can better reflect the market condition, VM21 is more conservative than AG43, and thus, insurance companies should be more prudently to estimate reserve amount and capital requirement amount to react to the huge fluctuation of the market and to consider the risk capacity before issuing a guaranteed minimum benefit variable annuity to operate sustainably.

Key words: Guaranteed minimum benefit variable annuity, ICS 2.0, AG 43, VM-21

目錄

中文摘要.....	I
ABSTRACT.....	II
目錄.....	III
表目次.....	V
圖目次.....	VII
第壹章 緒論	1
第一節 研究動機.....	1
第二節 研究目的.....	2
第三節 研究架構.....	3
第貳章 文獻回顧	5
第一節 RBC 風險資本額制度.....	5
第二節 清償能力 SOLVENCY 與保險資本標準 ICS2.0 制度.....	6
第三節 變額年金之風險衡量.....	7
第參章 附保證商品準備金提存及監理規範	8
第一節 附保證商品介紹.....	8
第二節 附保證商品準備金監理要求規定.....	9
一、舊制-第 43 號精算作業準則(AG43).....	9
二、新制-第 21 號準備金提存規範(VM 21).....	12
第三節 資本要求監理制度.....	17
一、現行 RBC 制度.....	17
二、未來研擬採納之保險資本標準(ICS).....	19

第四章	研究方法選用模型介紹	23
第一節	選用模型介紹	23
第二節	現金流量模型	26
第三節	資本要求計算	30
第五章	模型參數估計與參數設定	32
第一節	一般帳戶模型參數估計與設定	32
第二節	分離帳戶模型參數估計與設定	34
第六章	精算假設與結果分析	36
第一節	精算假設	36
第二節	報酬率結果	38
第三節	準備金與資本結果分析	42
第四節	敏感度分析	48
第七章	結論與建議	53
第一節	結論與建議	53
第二節	未來研究方向	54
參考文獻		55
中文文獻		55
英文文獻		56
附錄一、校正表		58
附錄二、基礎情境之數值結果		60

表目次

表 1 AG43 校正表.....	10
表 2 SSA 報酬率假設.....	11
表 3 AG43 SSA 脫退率表.....	11
表 4 CTEPA 規範解約率表.....	15
表 5 C3 PHASE II 與 AG43 比較.....	18
表 6 ICS 股價衝擊表.....	21
表 7 ICS 波動度衝擊.....	22
表 8 RBC 與 ICS 之比較.....	22
表 9 CIR 模型參數估計結果.....	32
表 10 國內外股票基金、國外債券基金參數估計結果.....	32
表 11 各項投資標之投資權重.....	33
表 12 國外股票基金參數估計.....	34
表 13 國外債券基金參數估計.....	34
表 14 分離帳戶投資標的之投資權重.....	35
表 15 各制度折現率之比較.....	36
表 16 無風險利率曲線參數.....	36
表 17 變額年金保險契約內容.....	37
表 18 VM21 準備金分析與 AG43 比較.....	43
表 19 AG43 與 VM21 數值比較.....	43
表 20 RBC 與 ICS 數值比較.....	47
表 21 AG43 下 RBC 資本要求數值敏感度分析—投資策略.....	52
表 22 VM21 下 ICS 資本要求數值敏感度分析—投資策略.....	52
表 23 股票型基金校正表結果.....	58

表 24 平衡型基金校正表結果.....	59
表 25 債券型基金校正表結果.....	59
表 26 基礎情境之數值結果.....	60



圖目次

圖 1 研究架構.....	4
圖 2 AG43 與 VM21 準備金比較.....	16
圖 3 EIOPA 無風險利率曲線.....	37
圖 4 一般帳戶累積報酬.....	38
圖 5 股票型基金累積報酬.....	39
圖 6 平衡型基金累積報酬.....	39
圖 7 債券型基金累積報酬.....	40
圖 8 平衡型基金各期分離帳戶資產價值.....	40
圖 9 債券型基金各期分離帳戶資產價值.....	41
圖 10 股票型基金各期分離帳戶資產價值.....	41
圖 11 各期 AG43 與 VM21 準備金.....	43
圖 12 ASPA 佔 VM21 準備金比例.....	44
圖 13 準備金與分離帳戶資產之關係.....	44
圖 14 AG43 規範下之 RBC 資本要求.....	46
圖 15 VM21 規範下 ICS 之資本要求.....	46
圖 16 不同制度下之資本比較.....	47
圖 17 衝擊前後資產項之差額.....	47
圖 18 AG43 下 RBC 資本要求敏感度分析—性別、年齡.....	49
圖 19 VM21 下 ICS 資本要求敏感度分析—性別、年齡.....	49
圖 20 AG43 下 RBC 資本要求敏感度分析—累積期間長度.....	50
圖 21 VM21 下 ICS 資本要求敏感度分析—累積期間長度.....	50
圖 22 AG43 下 RBC 資本要求敏感度分析—投資策略.....	51
圖 23 VM21 下 ICS 資本要求敏感度分析—投資策略.....	52

第壹章 緒論

第一節 研究動機

國際保險監理官協會(IAIS)於 2019 年 11 月阿布達比年會通過保險資本標準(Insurance Capital Standard, ICS)2.0 版，並預計 2025 年正式實施。金管會表示鑑於國際制度對資產與負債之衡量方式均採公允價值評價，考量未來實施國際財務報導準則第 17 號「保險合約」以公允價值衡量保險負債，為了增加公司財務體質並承擔各種風險之能力，於是參考 ICS2.0 制度發展適用於台灣之保險業新一代清償能力制度。由於現行 RBC(Risk Based Capital)制度與 ICS2.0 規定有諸多差異，保險業新一代清償能力制度採循序漸進導入之作法且分為三階段：在地試算期、平行測試期、接軌準備期，以使保險公司得以順利接軌國際制度。

RBC 制度源於美國、ICS 制度類似於歐洲 Solvency II，在評價方法方面，RBC 採用混合衡量法，ICS 則用市場價值法—資產、負債採公允價值衡量；自有資本分類方面，現行制度以資本混合法，將保險業所持有的普通股、特別股、次順位債都視為同等級的資本，未來新規定則以資本分層法，依資產品質區分第一、二類資本，第一類資本在持續經營或清算時可吸收損失，第二類資本僅可在清算時吸收損失；風險資本方面，現行以標準係數法，各公司曝險金額乘以標準風險係數，而未來將採壓力情境法，以情境衝擊造成的淨資產動金額作為資本要求，風險範圍更涵蓋巨災等項目。

由於以上諸多不同，未來採用保險業新一代清償能力制度將大幅改變保險業的自有資本要求計算方式，進而影響公司的資產負債匹配、風險承擔能力表達方式、產品設計、資訊及精算系統等，對我國保險公司產生重大的影響，應即早投入研究使轉換更加順利。

第二節 研究目的

本研究欲探討 ICS2.0 下，保險業負債及自有資本要求之變化—以附保證型商品為例。ICS 對監理制度產生最大的衝擊在於資產負債表應以市場現時情況評價以及計算自有資本要求的方式。美國保險監理官協會 NAIC 自 1994 年開始採用風險額制度，將人壽公司風險分為五大類：資產風險—關係人風險、資產風險—非關係人風險、保險風險、利率風險及其他風險，並依據分類給予標準係數乘以曝險金額以計算風險資本。在計算自有資本要求方面，台灣的規定為依據風險資本額比率不得低於 200% 要求保險公司提存自有資本。但 ICS 則將風險分為死亡風險、長壽風險、健康和失能風險、脫退風險、費用風險、保費風險、理賠準備金風險、巨災風險，共八個風險項目，其中除了巨災風險外皆以壓力情境法衡量風險計算資本要求。

本研究欲設計壽險公司一般帳戶資產現金流模型，一般帳戶模型中，資產面的模擬項目共有四項：1. 股票：以對數常態模型模擬股票價格的變動與股票投資報酬。2. 債券：以 CIR 利率模型建構利率期間結構，模擬出各到期期間的國內外債券價格，在此匯率假設為常數。3. 約當現金：以 CIR 利率模型模擬之短期利率作為報酬率，模擬出各期約當現金價值。4. 不動產：每年以租金收益率 3% 作為不動產產生之收益。

一般帳戶負債則為分離帳戶現金流模型計算出之準備金，在分離帳戶現金流模型中，需模擬國外股票以及國外債券，兩者皆以對數常態模型模擬價格的變動與投資報酬。現金流模型設計則為保本型之最低提領保證、最低死亡保證之變額年金，並根據 AG43 以及 VM21 之規定計算保險公司需提存之準備金做為本研究之負債。最後應用本模型進行自有資本要求的模擬和敏感度分析。

第三節 研究架構

本研究各章節內容摘要如下，第一章說明研究動機、目的及研究架構；第二章為文獻回顧，瞭解風險資本的準則演變以及變額年金之風險衡量之方法；第三章為資本要求制度、附保證型商品之準備金提存的介紹與比較；第四章為選用模型、現金流模型介紹以及資本要求計算方式；第五章為模型參數估計以及參數設定；第六章為精算假設與結果分析，說明商品假設及呈現準備金、資本要求分析結果與敏感度分析；第七章為結論與建議及研究限制。整體研究架構圖整理如圖 1 所示：



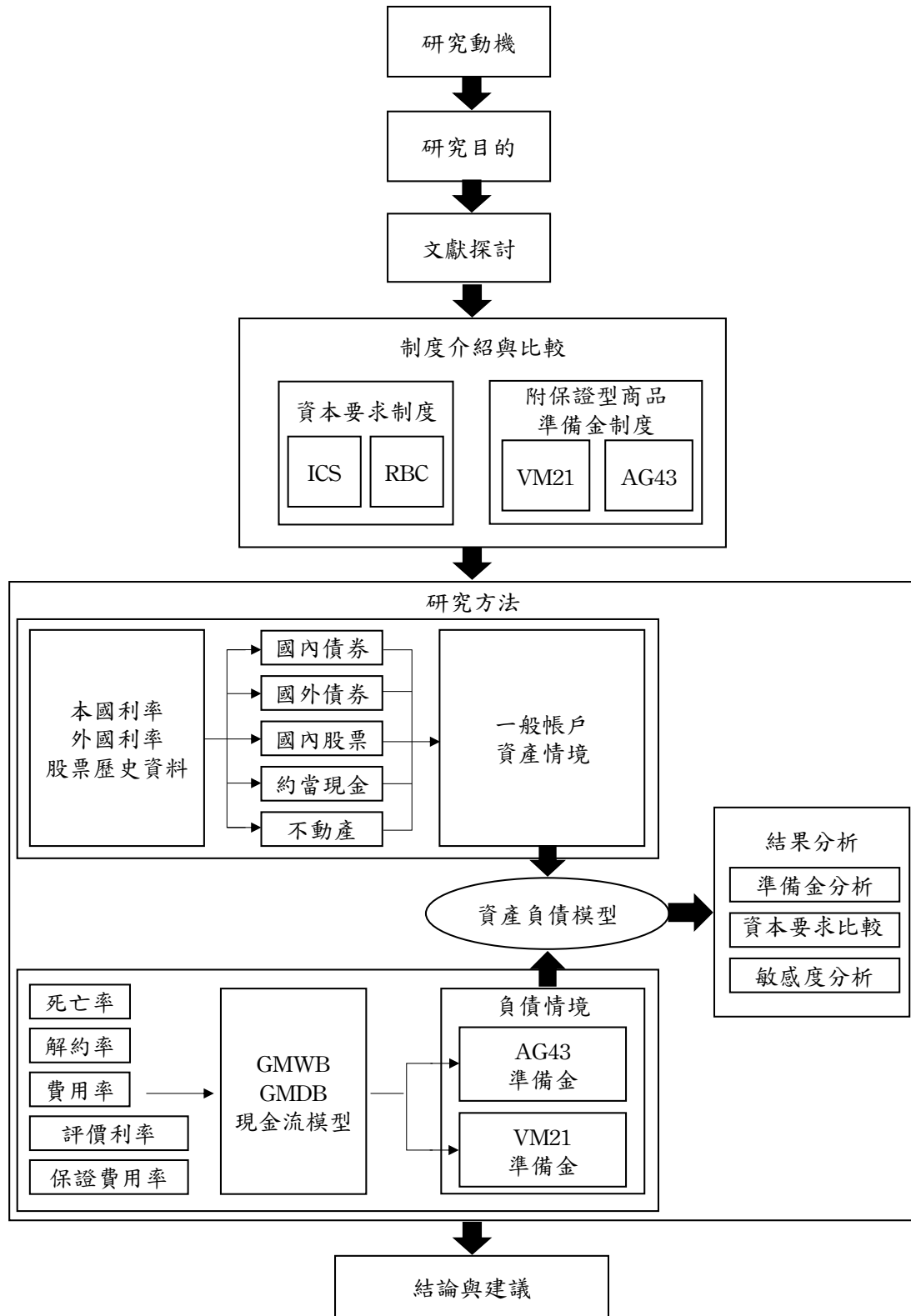


圖 1 研究架構

第貳章 文獻回顧

第一節 RBC 風險資本額制度

自從 NAIC 於 1994 年採用 RBC 作為資本監理制度後，有許多文章、報告討論該制度之弊病。爾後，NAIC 請美國精算師學會(American Academy of Actuaries, AAA)重新檢視 C3 風險以研究解決資產負債可能不匹配的問題，並於 2000 年發佈 C3 Phase I，並於準則中採用情境測試法計算資本要求，於 2005 年發佈 C3 Phase II，在準則中規範連結標的為股票之附保證型變額年金同樣使用情境測試法計算資本要求，開啟後續以隨機模型方法衡量 C3 的研究，影響後續有關利率風險的風險衡量規範。在 2008 年時 NAIC 發佈準備金第 43 號準則(AG43)進一步規定變額年金之準備金，將 C3 Phase II 中的準備金做更詳細規範，而由於 AG43 準則與 C3 Phase II 方法過於複雜，因此 NAIC 於發佈 The Application of C-3 Phase II and Actuarial Guideline XLIII(2011)補充說明採用此二種方法的作法，該文件主要是透過問答方式解決實務上常見的適用問題。於 2015 年 NAIC 為了其中賦稅規則過於混亂等問題也使得保險公司之間的風險衡量更具有比較性，委託精算顧問公司 Oliver Wyman 進行變額年金制度的改革並進行量化影響研究(Quantitative Impact Study)，由此變額年金之風險衡量制度又經歷新的變革。Oliver Wyman(2016)提出標準情境中有關收益認列、市場路徑、保戶行為、折現率等的新方法，解決原本準則之悖離現實、過於複雜等問題。Oliver Wyman(2018)提出刪除 C3 Phase II 的標準情境金額改以 AG43 標準情境金額為主，且提出額外準備金的概念簡化使用標準情境金額複雜之情況；同時，該研究也提出 RBC C3 風險資本的計算方法變革，將原本使用之條件尾端期望值(Conditional Tail Expectation, CTE)標準由 CTE90 調整為 CTE98 並額外乘以 25%的係數。最終，

NAIC 於 2019 年時採納修改過後的 AG43 規定以及 VM21 規定，並於 2020 年讓保險公司自願性加入使用 VM21。

第二節 清償能力 Solvency 與保險資本標準 ICS2.0 制度

自從歐盟於 2002 年頒布保險業監理制令 Solvency I 後，普遍歐洲國家開始以邊際清償能力概念作為保險業風險衡量的工具，然而因為 Solvency I 僅重視資產負債表中負債部分，因此在投資風險對清償能力之影響與實際情形產生落差且僅專注在承保風險忽略各種風險彼此間的相關性。經過二階段的研究、四個階段的量化影響研究(QIS)，歐盟終於在 2016 年採用邊際清償能力制度 Solvency II。Solvency II 將風險監理深化至監理執行上的細項規範，不只涵蓋風險邊際的衡量，更包含公司治理、監理執行、財報揭露以及保險會計等不同面向的規範，因此在 Solvency II 三支柱的架構中，包含第一支柱的數量要求標準，第二支柱的監理檢視流程以及第三支柱的監理報告與財務報告。另一方面，自 2013 年國際保險監督官協會 IAIS 著手規劃全球保險資本標準(Insurance Capital Standard；ICS)，於 2016 年發布 ICS1.0 第一版、2018 年適用 IAIGs 之 ICS 2.0 諮詢文件之發展歷程與試算，於 2019 年正式發佈 ICS2.0，並自 2020 年開始進入五年觀察期。由於風險係數法較難合理衡量不同保險商品之風險，因此歐洲採用的 Solvency II 制度與 IAIS 所制定的 ICS 制度之情境基礎法成為全球多個國家風險監理趨勢，情境基礎法以衡量風險為目標，透過給予各種風險類別不同衝擊計算保險公司財務狀況之變化。

第三節 變額年金之風險衡量

自從 1990 年代附保證型商品推出以降，許多學術文章開始研究此種變額年金，然而大多數研究都是專注於如何運用不同隨機模型、方法進行公平定價。因此雖然 RBC 已經實行將近 30 年，但鮮少有文章探討附保證型商品商品的風險資本。衡量附保證型商品的資本要求研究從 Jun Zhuo (2006) 衡量最低滿期給付保證變額年金的經濟資本開始，該研究說明利用 VaR 與 CTE 衡量經濟資本的計算方式。其他文章即使是討論風險資本額卻仍專注於模型方法的應用，如 Feng, R. H. and J. Vecer (2017) 透過偏微分方程衡量保證最低提領給付商品之風險資本額，Wang, J. D. and W. Xu (2020) 衡量在隨機利率情況下的各種附保證變額年金的 VaR 風險值(Value at Risk, VaR)與 CTE，Dong, B., et al. (2020) 採用 Willow Tree 方法進行多種附保證型商品的風險管理。而本篇文章將透過比較不同資本制度下的附保證型商品，研究資本監理制度轉變下對於附保證型商品資本要求的影響。

第參章 附保證商品準備金提存及監理規範

第一節 附保證商品介紹

一、 保證最低死亡給付 (GMDB)

保證最低死亡給付為壽險公司承諾於保險期間內，讓保戶參與投資市場但在身故時保證可領回一定金額。保證之金額根據契約內容設計，可能為保本或是以期初投入的保險費用每年根據一定投資報酬率增值，且在保戶死亡時可以領取帳戶價值與保證金額之中較大之金額。

二、 保證最低提領給付 (GMWB)

保證最低提領給付為壽險公司承諾於保證提領期間內，讓保戶可以領取帳戶價值一定比例之金額，壽險公司也依據保戶投入之保費扣除費用後作為投資帳戶下限，確保保戶分次提領之金額總額不低於期初之帳戶價值，且於提領期末剩餘價值將由保戶領回。主要的保證提領保證型態有三種，保本、鎖高(Ratchet)以及增值(Roll-up)三種。

三、 保證最低滿期金額 (GMMB)

保證最低滿期金額即保險公司承諾在商品期屆滿時，會提供被保險人最低收益率保證或是保本保證，也就是保證保戶能拿回一定的金額。

四、 保證最低年金金額(GMIB)：

保證最低年金金額是在帳戶累積期間屆滿，並且轉化為年金給付之時，提供被保險人不低於「事前契約約定保證金額」的年金給付。

五、 保證最低累積帳戶價值 (GMAB)

保證最低累積帳戶價值類似「保證最低滿期金額」，在約定的帳戶累積期間或屆滿時，壽險公司保證保戶的帳戶價值不低於契約約定金額，或是按照一定的報酬率計算金額。

第二節 附保證商品準備金監理要求規定

一、舊制-第 43 號精算作業準則(AG43)

第 43 號精算作業準則(Actuarial Guideline XLIII)為美國保險監理官協會 2008 年所提出，內容詳述附保證投資型商品的準備金計算原則。該準則規定總準備金為不低於標準情境金額(Standard Scenario Amount, SSA)之條件尾端期望值金額(Conditional Tail Expectation Amount)。

條件尾端期望值金額

準則中解釋，藉由商品之現金流所預測出的未來路徑稱為一組情境(Scenario)，在一組情境中可以計算每一個預測時間的虧損金額，將此虧損金額加總可計算出每一個預測時間點的累積虧損金額，並且可以使用發單時的遠期利率為折現率，而一組情境中最大的累積虧損金額之現值加上初始資產金額(Starting Asset Amount)就稱為情境最大現值(Scenario Greatest Present Value)。而在模擬出的所有情境中，情境最大現值最差之百分之三十之條件尾端期望值 (Conditional Tail Expectation Amount ; CTE 70)即為條件尾端期望值金額。

$$\Pr(X \geq P(\alpha)) = \alpha\% \quad (1)$$

$$CTE(\alpha) = E[X|X < P(\alpha)] \quad (2)$$

條件尾端期望值為統計風險測量的指標， $CTE(\alpha)$ 表示在 α %的信心水準下，超過 α %的尾部損失期望值。

在模擬未來路徑的部分，AG43 於 Appendix5 詳盡規範報酬率校準制度，校正表如表 1，該制度以 S&P500 作為投資於美國股票市場之 proxy，並以總財富比率(Gross Wealth Ratios)作為衡量指標，該指標為毛報酬率(gross return)，為未扣除任何費用前之報酬率，模擬之隨機情境報酬率經排序後，低於第五十百分位數的報酬率不得超過校正表之數值，高於第五十百分位數的報酬率不得低於校正表之數值，且應依據同樣方式檢測 1 年、5 年、10 年及 20 年之總財富比率，通過校正表之報酬率情境才能作為隨機情境之報酬率。而對於其他非美國市場之投資組合，AG43 則規範模擬之報酬率情境應與校正表一致(Consistent)。

表 1 AG43 校正表

校準點		第 1 年末	第 5 年末	第 10 年末	第 20 年末
左尾校正	2.5%	0.78	0.72	0.79	---
	5%	0.84	0.81	0.97	1.51
	10%	0.9	0.94	1.16	2.1
右尾校正	90%	1.28	2.17	3.63	9.02
	95%	1.35	2.45	4.36	11.7
	97.5%	1.42	2.72	5.12	---

在 Appendix5 的最後，準則提供多種投資標的之報酬率模擬情境，各資產間的報酬率已經考量過相關性，且供使用者組合出不同投資策略的投資組合，並避免保險公司於模擬情境時過度放大風險分散的效果，例如：投資策略為股票六成債券四成的投資標的，可直接由準則提供之股票情境以及債券情境加權平均而得。

標準情境金額(Standard Scenario Amount, SSA)

準則中對於標準情境金額有詳盡的規範，首先是折現率根據標準評價準則(Standard Valuation Law)使用發單時的折現率，再者是規範單一情境報酬率如表 2，例如該變額年金投入於平衡型基金，期初跌幅-8.1%，之後再按照指定的投資報酬率扣除年預留金額(margin)及保證給付金額後，計算出每一期之保單帳戶價值，並計算出累積淨收益金額(Accumulated Net Revenue, ANR)，最後再以累積淨收益金額之最大虧損現值作為標準情境所需提存之準備金金額。

表 2 SSA 報酬率假設

	期初	第一年	第二至五年	第六年後
股票型基金	-13.5%	0%	4%	5.5%
債券型基金	0%	0%	4.85%	4.85%
平衡型基金	-8.1%	0%	4.34%	5.24%

除了報酬率外，標準情境金額也規範脫退率，透過計算商品之選擇權價內比率 (In the moneyness, ITM)可與對照解約率，選擇權價內比率計算公式如下：

$$ITM_t = 100\% \times \left(\frac{\text{Current Value of the guaranteed living benefit}}{AV_t} - 1 \right),$$

$$t = 1, 2, \dots, \text{Policyterm} \quad (3)$$

若是 $ITM \leq 0$ 表示該商品保證價值現值不大於帳戶價值，從而被視為價外 (Out of the money, OTM)。當該商品包含兩種以上保證時，選擇較大的選擇權價內比率作為判斷依據。

表 3 AG43 SSA 脫退率表

	解約率收費期間	解約率收費期之後
死亡保證商品	5%	10%
生存保證 OTM	5%	10%

		ITM < 10%	10% < ITM ≤ 20%	20% ≤ ITM
其他生存保證	3%	7%	5%	2%

因此 AG43 之總準備金金額為以隨機現金流量模型所計算之條件尾端期望值 CTE(70)以及標準情境金額(SSA)兩者取大。

$$AG43 Reserve = \max (CTE70, SSA) \quad (4)$$

二、新制-第 21 號準備金提存規範(VM 21)

經過 NAIC 與 Oliver Wyman 進行多次量化研究與討論後，第 21 號準備金提存規範(Valuation Manual, VM21)於 2020 年開始由壽險公司自願性採用。該準則規定總準備金為隨機準備金(Stochastic Reserve)加上額外標準預測金額(Additional Standard Projection Amount, ASPA)且扣除另類方法(Alternative Methodology)外之稅前利率維持準備金(Pretax Interest Maintenance Reserve, PIMR)，最後再加上由另類方法所規範的準備金。

隨機準備金

準則規範隨機準備金應為情境準備金(Scenario Reserve)之 CTE(70)，藉由商品之現金流所預測出的未來路徑稱為一組情境(Scenario)，在一組情境中可以計算每一個預測時間的虧損金額，將此虧損金額加總可計算出每一個預測時間點的累積虧損金額，並且使用 NAER¹為折現率，而一組情境中最大的累積虧損金額之現值加上初始資產金額(Starting Asset Amount)就稱為情境最大現值(Scenario Greatest Present Value)。而在模擬出的所有情境中，情境最大現值最差之百分之三十之條件尾端期望值 (Conditional Tail Expectation Amount ; CTE 70)即為條件尾端期望值金額。

¹ 淨年化報酬率(Net Annual Earned Rates, NAER)為公司一般帳戶資產在累積虧損現金流預測期間的年化報酬率。

在使用情境產生器模擬國庫券利率時，VM21 準則規定保險公司應每年重新設定美國 20 年期國庫券利率均值回歸水準(mean reversion point)。該水準為 20%的 20 年公債過去 600 個月的的中位數、30%的 20 年公債過去 120 個月的平均數與 50%的 20 年公債過去 36 個月的平均數之總和。

模擬報酬率的部分，壽險公司應將投資組合映射到相對應由情境產生器產生之投資組合報酬，如果公司之投資組合無法在情境產生器中找到適當對應報酬，則需使用非官方情境產生器。此外，VM21 雖沒有隱含波動度情境產生器，但仍有以下指引：

1. 所有預測期間中，於考慮市場成本後，隱含波動度應為無套利
2. 預測之隱含波動度情境下的資產報酬率應該與歷史報酬率波動度情境下之資產報酬率一致
3. 預測之隱含波動度情境與已實現之波動度情境應該要呈現正相關
4. 預測之隱含波動度情境應該與資產報酬之短期表現呈負相關

額外標準預測金額

VM21 規定額外標準預測金額(ASPA)可由 Company-Specific Market Path(CSMP)或 CTE with Prescribed Assumptions(CTEPA)方法計算而得。本研究採用 CTEPA 方法，以下介紹 CTEPA 法：

根據 CTEPA 方法指引，在規範的脫退率與費用率假設下，透過計算不低於現金解約價值(Cash Surrender Value, CSV)之最大累積虧損現值的 CTE(70)可以產出指定預測金額(Prescribed Projections Amount, PPA)，接著將指定預測金額(PPA)扣除原公司假設下之最大累積虧損現值的 CTE(70)可得未緩衝額外標準預測金額(Unbuffered Additional Standard Projection Amount, UASPA)。此外，VM21 定義取消不低於現金解約價值規定的最大累積虧損現值之 CTE(70)為未設下限之 CTE(70)(Unfloored CTE70, UCTE70)，亦定義取消不低於現金解約價值規定的最大累積虧損現值之 CTE(65)為未設下限之 CTE(65)(Unfloored CTE65, UCTE65)。

最後，未緩衝額外標準預測金額扣除未設下限之 CTE(70)與未設下限之 CTE(65)之差後與零取大可以得額外標準預測金額(ASPA)。上述做法可以寫成以下式子：

$$\max(\text{CTE70}(\text{with prescribed assumptions}), 0) = \text{PPA} \quad (5)$$

$$U\text{ASPA} = \text{PPA} - \text{CTE70} \quad (6)$$

$$\text{ASPA} = \max(U\text{ASPA} - (U\text{CTE70} - U\text{CTE65}), 0) \quad (7)$$

以下說明額外標準預測金額中的費用率、脫退率假設設定與計算方法。

一、費用率假設：

假設公司負擔行政管理義務，費用為以下兩項的加總：

1. 第一預測年度行政費用為 100 美元，後續預測年度每年以 2%的通膨率成長
2. 每個預測年度收取預測帳戶價值的 0.07%

若是公司無須負擔行政管理義務，則第一年之行政費用為 35 美元，後續預測年度每年以 2%的通膨率成長。

二、脫退率假設：

VM21 規定計算保證精算現值(Guarantee Actuarial Present Value, GAPV)時折現率應使用評價日之美國 10 年期公債利率，且保證精算現值與分離帳戶價值之比率可得商品的選擇權價內比率(In the moneyness, ITM)，並藉由選擇權價內比率以表 4 對照指定脫退率。

此外，準則亦規定對照指定脫退率表的方式：若為生存保證，則應以對照之脫退率乘以 60%作為生存保證之脫退率；若該商品同時含有死亡保證與生存保證，則應選用較低的指定脫退率為商品解約率。

計算選擇權價內比率時，VM21 分別對死亡保證與生存保證有不同規範，若為死亡保證部分，選擇權價內比率應為死亡保證之保證精算現值與分離帳戶價值比率之 75%；若為生存保證部分，選擇權價內比率應為生存保證之保證精算現值與分離帳戶價值比率之 100%。上述做法可以寫成以下式子：

$$GAPV_GMDB_t = GAPV_{t-1} \times \frac{p_{x+t-1}}{1+DR} + Death_Benefit \times \frac{q_{x+t-1}}{1+DR},$$

$$t = 1, 2, \dots, \omega - x + 1 \quad (8)$$

$$GAPV_GMWB_t = GAPV_{t-1} \times \frac{p_{x+t-1}}{1+DR} + Living_benefit \times \frac{p_{x+t-1}}{1+DR},$$

$$t = 1, 2, \dots, \omega - x + 1 \quad (9)$$

$$GMDB_ITM_t = 75\% \times \left(\frac{GAPV_GMDB_t}{AV_t} \right), \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (10)$$

$$GMWB_ITM_t = 100\% \times \left(\frac{GAPV_GMWB_t}{AV_t} \right), \quad t = 1, 2, \dots, T \quad (11)$$

其中 T 為商品到期時間； ω 為終極壽命

表 4 CTEPA 規範解約率表

脫退率	ITM	解約收費期間	解約收費期間 後一年	解約收費期間 兩年後
	<0.5	4%	25%	15%
0.5-0.75	3%	18%	10%	
0.75-1	2.5%	12%	7%	
1-1.25	2.5%	8%	4.5%	
1.25-1.5	2.5%	6%	3%	
1.5-1.75	2.5%	5%	2.5%	
1.75-2	2.5%	4.5%	2%	
>2	2.5%	4%	2%	

由於本研究並未著重另類方法與稅前利率維持準備金，因此 VM21 之總準備金為隨機情境準備金加上額外標準預測金額(ASPA)：

$$VM21\ Reserve = Stochastic\ Reserve + ASPA \quad (12)$$

最後，VM21 規範認列於一般帳戶之準備金至少等於總準備金與現金解約價值(CSV)之差：

$$Reserve\ in\ GA \geq VM21\ Reserve - CSV \quad (13)$$

下圖可以顯示兩準備金制度之間差異：

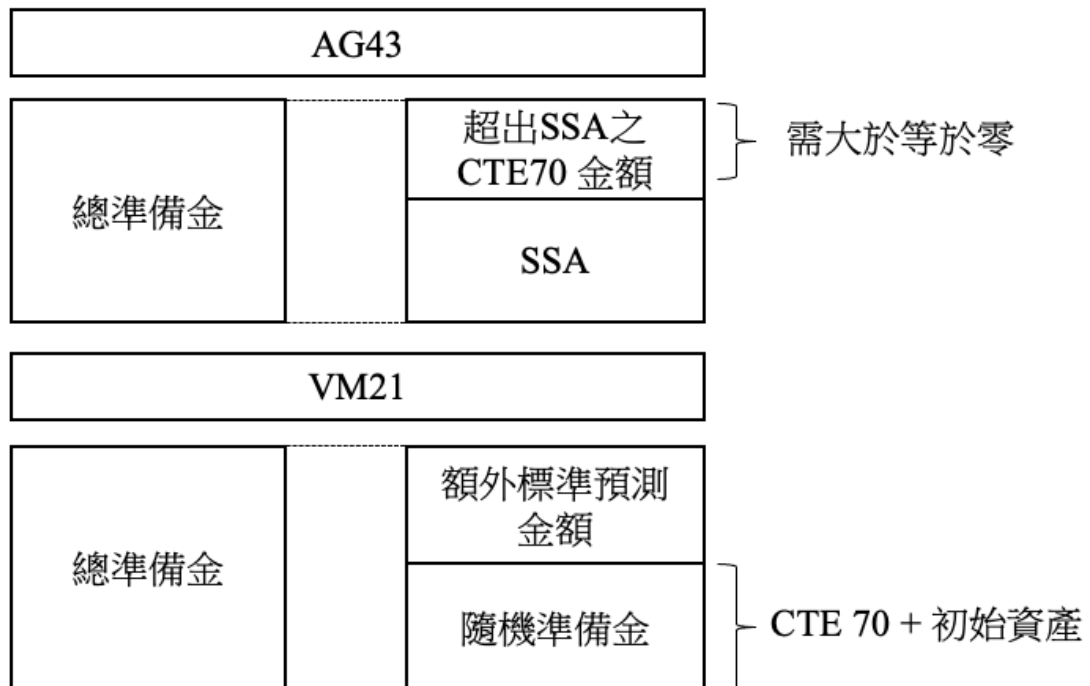


圖 2 AG43 與 VM21 準備金比較

(資料來源：Milliman(2019)與自行整理)



第三節 資本要求監理制度

一、現行 RBC 制度

美國保險監理協會 NAIC 制定的 RBC 透過保險業所面臨風險程度大小衡量公司所需之最低資本額，風險類別分成五大類：

1. 資產風險—關係人風險(C_0)：係指保險業投資於關係人交易所持有之各項資產，可能因其資產價值變動而影響保險業失卻清償能力之風險。
2. 資產風險—其他非關係企業(C_1)：指資產價值因債券發行者無法履約，使得債券持有人虧損之風險(C_{10})，或因股價下跌造成股票價值損失的風險(C_{1S})。
3. 承保風險(C_2)：此類風險來自於保險商品定價上預估錯誤或是經營業時低估已簽單業務負債。
4. 利率風險(C_3)：指因利率變動所造成資產負債的現金流無法配合所導致的風險。此項利率風險採逐單計算的方式，將其風險項目區分為強制分紅保單等、不分紅保單、自由分紅保單以及附保證型保單。
5. 業務經營風險(C_4)：指除了上述四項風險外會對公司經營造成危害之風險，例如：營運風險。

上述風險乘以其對應之風險係數，可得各類風險的風險基礎資本額，考量相關性、經共變數調整後之加總公式如下：

$$\text{風險資本額} = 0.5 \times \left(C_0 + C_4 + \sqrt{(C_{10} + C_3)^2 + (C_{0C} + C_{1C})^2 + C_{1S}^2 + C_2^2} \right) \quad (14)$$

而衡量保險公司經營是否穩健的資本適足率定義如下：

$$\text{資本適足率} = \frac{\text{自有資本總額}}{\text{風險資本額}} \times 100\% \quad (15)$$

根據保險業資本適足性管理辦法第 5 條規定，保險業之資本適足率至少為 200%，而本研究僅考慮與附保證型商品相關的利率風險(C_3)，因此經計算²後可得在風險資本額制度(RBC)規定之中，最低自有資本總額的要求（以下簡稱資本要求）為 C_3 。美國保險監理官協會 NAIC 於 2005 年開始採用 C3 Phase II 以計算風險資本，且在 2008 年開始採用 AG43 計算變額年金準備金。

但兩者之間在計算上有些差異，就標準情境金額方面，首先是賦稅基礎(Tax Basis)，C3 Phase II 為稅後金額，AG43 為稅前金額；規範報酬率部分，前者採用較保守之規範，在第一期有 20%的股價衝擊，後者則有 13.5%的衝擊，造成 C3 Phase II 計算出的標準情境金額較大；折現率方面前者採用美國 10 年期公債固定期限利率加上 50 個基點，且規定不得低於 3%或高於 9%，後者則以發單時利率折現，若以近年市場資訊而言 C3 Phase II 之折現率過高無法反映合理數值。上述比較可以整理為下表：

表 5 C3 Phase II 與 AG43 比較

	C3 Phase II	AG43
稅賦基礎	稅後金額	稅前金額
市場路徑	第一期有 20%的股價衝擊	第一期有 13.5%的股價衝擊
折現率	10-year CMT + 50bps 最低 3%、最高 9%	以發單時評價利率折現

（資料來源：Oliver Wyman (2016) 與自行整理）

即使兩者在計算上有不小差異，在 RBC C3 的風險資本要求仍為 C3P2 規範計算之 CTE(90)與標準情境金額(Standard Scenario Amount, SSA)兩者取大後與 AG43 規範下之準備金之差，可以表示為下式：

$$C_3 = \max(CTE90(C3 \text{ Phase II}), SSA(C3 \text{ Phase II})) - AG43 \text{ Reserve} \quad (16)$$

² 解 $\frac{\text{自有資本總額}}{0.5 \times \sqrt{C_3^2}} \times 100\% \geq 200\%$ ，可得自有資本總額要求為 C_3

由於計算過程中涵蓋多種計算方法，在 NAIC 與 Oliver Wyman 多次量化研究與討論後，除了準備金制度採用 VM21 外，C3 風險改為以下方式計算：

$$C_3 = 25\% \times ((CTE98(VM21) + \text{Additional Standard Projection Amount} - VM21 \text{ Reserve}) \times (1 - \text{稅率}) - (VM21 \text{ Reserve} - \text{稅收準備金}) \times \text{稅率}) \quad (17)$$

二、未來研擬採納之保險資本標準(ICS)

國際保險監理官協會(IAIS)自 2013 年開始，受金融穩定穩員會(Financial Stability Board, FSB)要求開始策劃保險資本標準(ICS)，2014 至 2019 年 IAIS 與自願參與研究的保險公司研議並進行量化研究，於 2020 年開始進入五年的監測期。

保險資本標準(ICS)與風險資本額制度(RBC)出發點一致，是為確定保險公司有適當足夠的資本因應可能產生的損失。ICS 比率定為合格自有資本與 ICS 風險資本要求的比率，規定合格自有資本至少等於 ICS 風險資本要求，即 ICS 比率至少 $\geq 100\%$ 。

保險資本標準文件主要討論評價、合格自有資本及資本要求三大主題。評價方法有市場調整法(Market Adjusted Valuation, MAV)、公認會計準則調整法(GAAP Plus)，合格自有資本分為第一類(Tier1)與第二類(Tier2)，而自有資本要求則因不同風險類別主要有壓力法及係數法的衡量方式，風險資本要求標準則為以 1 年為評估期間，並以 VaR99.5 計算風險資本。

市場調整法(MAV)

市場調整法著重於公司間資產和負債評價的可比較性。為此，該方法要求針對各國 GAAP 會計評價中的重要組成部分進行調整：

1. 計算保險負債時採用現時估計。
2. 計算和折現保險負債現金流時，採用國際保險監理官協會(IAIS)規定的殖利率曲線。
3. 計算金融工具時採用公允價值。

合格自有資本

第一類：具備完全償付與永久性之金融資產，且於繼續經營及中終止營業情形下具備損失吸收能力。

第二類：包含非歸屬於第一類資本之合格金融工具，該類資本對於保戶及債權人具備一定程度之次順位性，並在終止營業情形下得以吸收損失。

風險類別

有關壽險公司之風險可分為作業風險、壽險風險、巨災風險、市場風險及信用風險。而壽險風險可以再細分為死亡風險、長壽風險、罹病及失能風險、費用風險、脫退風險；市場風險可以再分為利率風險、股票風險、不動產風險、匯率風險、資產集中度風險。

保險資本標準(ICS)中衡量風險之方式分為主要有壓力法、係數法及隨機模型法，係數法與風險資本額制度(RBC)類似，將特定風險(信用風險、作業風險)曝險部位乘以該風險規定之係數得到風險資本。而壓力法則是透過淨資產(Net Asset Value, NAV)變化衡量保險業受到風險因子的衝擊。淨資產為保險公司的資產扣除負債，淨資產變化則為衝擊前淨資產與衝擊後淨資產的差距。自有資本要求即等於淨資產衝擊前後的差距，上述算法可表示如下：

$$\Delta NAV_t = \Delta Asset_t - \Delta Liability_t \quad (18)$$

$$\Delta Asset_t = \{ Asset_t | with shock \} - \{ Asset_t | without shock \} \quad (19)$$

$$\Delta Liability_t = \{ Liability_t | with shock \} - \{ Liability_t | without shock \} \quad (20)$$

壓力法應用在保險風險、市場風險。壓力法在保險風險中死亡風險與長壽風險方面的具體做法是根據保險公司所在地理區域對死亡率進行衝擊；在罹病及失能風險之作法則先根據給付型態、地理區域、合約長度進行分類再依據分類給予衝擊；在脫退率風險之作法為根據地理區域給予脫退率衝擊；在費用率風險之作法為根據地理區域分別給予保單費用率衝擊以及費用通膨率衝擊。壓力法於市場風險中的應用較為複雜，介紹其中利率風險與股票風險如下：

利率風險：

利率風險的壓力法僅適用於對於利率敏感之金融工具，且排除適格資本資產，因此現金、持有至到期日之債券、普通股皆不在此風險考慮範圍。

利率風險的資本要求是來自於五種壓力情境對無風險利率之衝擊的合併計算，分別為：均值回歸情境(mean-reversion scenario)、Level-Up Scenario、Level-Down Scenario、Twist up-to-down Scenario、Twist down-to-up Scenario。

資本要求之公式表示如下：

$$\max\left(0, \sum_i MR_i + VaR_{99.5}\left(\sum_i LT_i\right)\right)$$

其中下標 i 表示保險公司所有曝險的幣別之， MR_i 表示各幣別均值回歸情境的結果， LT_i 表示除了均值回歸情境外所有情境結果的隨機變數。

股票風險：

股票風險的壓力法適用於曝險於股價變動之資產與負債以及以公允價值衡量之對波動度敏感之權益工具。股票風險的資本要求是來自於淨資產在股價衝擊與波動度衝擊後之差額，股票衝擊如表 6 依據地理區域給予不同衝擊程度；波動度衝擊如表 7，依據商品到期時間長短給予波動度衝擊，保險公司應根據下表增加資產的波動度。例如：原本到期時間 240 個月之金融工具波動度為 20%，根據該表則波動度增加 7%，增加為 27%，

表 6 ICS 股價衝擊表

	x%
已開發國家市場 ³	-35%
發展中國家	-48%
其他市場	-49%

³ 已開發國家資產列表依據 FTSE 已開發國家指數(FTSE Developed Index)認定

表 7 ICS 波動度衝擊

到期期間 (月份)	x%
0-1	42%
3	28%
6	23%
12	20%
24	17%
36	16%
48	15%
60	14%
84	14%
120	12%
144	11%
180	10%
240	7%
300	4%
360 and above	0%

RBC 與 ICS 之間有諸多不同，可由表 8 比較 RBC 與 ICS：

表 8 RBC 與 ICS 之比較

	RBC	ICS
評價方式(資產)	股票：半年收盤價平均 債券：攤銷後成本	市場評價調整(MAV)
評價方式(負債)	按發單時相關利率	市場評價調整(MAV)
風險標準	一年期 VaR95%	一年期 VaR99.5%
風險衡量方式	係數法	壓力法、係數法、隨機模型法
適格資本來源	無分類	第一類、第二類

(資料來源：保險業永續發展論壇 (2021) 與自行整理)

第肆章 研究方法選用模型介紹

第一節 選用模型介紹

一般帳戶選用模型

一、資產報酬模型

假設股價報酬服從幾何布朗運動(Geometric Brownian Motion)，則股價變動的動態過程可表示為

$$dS_t = \mu S_t dt + \sigma S_t dW_{S,t} \quad (21)$$

其中，

S_t ：時間 t 之股票價格

μ ：股票報酬期望值

σ ：股票報酬率的瞬間標準差

$W_{S,t}$ 服從標準韋納過程(Standard Wiener Process)

透過最大概似估計法(Maximum Likelihood Estimator ; MLE)估計對數常態模型之參數 μ 及 σ 可得其估計值。

二、國內、外利率模型

在短期無風險即期利率部分，本文應用 Cox-Ingersoll-Ross (Cox, Ingersoll, & Ross, 1985)模型(以下簡稱 CIR 模型)描述國內、外即期利率之長短期變化。模型如下：

$$dr(t) = k[\theta - r(t)]dt + \sigma\sqrt{r(t)}dW_{I,t} \quad (22)$$

k ：控制利率均速回歸速度

θ ：長期均衡利率

σ ：利率的波動度

$W_{I,t}$ 服從標準韋納過程(Standard Wiener Process)

參考 Cox et al. (1985)，到期日 T 之債券於時間 t 之價格封閉解如下：

$$P(t, T) = e^{A(t, T) - B(t, T)r_t} \quad (23)$$

其中

$$A(t, T) = \frac{2k\theta}{\sigma^2} \ln \frac{2he^{\frac{(k+h)(T-t)}{2}}}{2h + (k+h)(e^{h(T-t)} - 1)}$$
$$B(t, T) = \frac{2e^{h(T-t)} - 1}{2h + (k+h)(e^{h(T-t)} - 1)}$$
$$h = \sqrt{k^2 + 2\sigma^2}$$

參考 Cox et al. (1985)，零息債券的動態過程可以表示如下：

$$\frac{dP(t, T)}{P(t, T)} = r(t)dt - \sigma B(t, T)\sqrt{r(t)}dW_t \quad (24)$$

為取得時間點 t 之台幣計價國外債券價值，將美元計價國外債券價格透過固定匯率 e_t 轉換成台幣計價之國外債券價值。

本研究假設 $W_{I,t}$ 與 $W_{S,t}$ 互相獨立且無相關

三、約當現金

約當現金為具高流動性之短期投資，因易變現且交易成本低，可視為現金，其動態過程描述如下：

$$dM_t = r_t M_t dt \quad (25)$$

其中 M_t 現金資產價值， r_t 為短期存款利率

四、不動產

不動產投資收益方面本文假設房價不因時間變化，保險公司於不動產之投資收益為以固定租金收益率計算出的租金收益。

分離帳戶選用模型

一、股票基金報酬模型

假設股票基金報酬服從幾何布朗運動(Geometric Brownian Motion)，則股票基金變動的動態過程可表示為

$$dS_{1,t} = \mu_{S_1} S_{1,t} dt + \sigma_{S_1} S_{1,t} dW_{S_1,t} \quad (26)$$

其中，

$S_{1,t}$:時間 t 之股票基金價格

μ_{S_1} : 股票報酬期望值

σ_{S_1} : 股票報酬率的瞬間標準差

$W_{S_1,t}$ 服從標準韋納過程(Standard Wiener Process)

透過最大概似估計法(Maximum Likelihood Estimator ; MLE)估計對數常態模型之參數 μ_{S_1} 及 σ_{S_1} 可得其估計值。

二、債券資產報酬模型

假設債券基金報酬服從幾何布朗運動(Geometric Brownian Motion)，則債券基金變動的動態過程可表示為

$$dB_t = \mu_B B_t dt + \sigma_B B_t dW_{B,t} \quad (27)$$

其中，

B_t :時間 t 之債券基金價格

μ_B : 債券基金報酬期望值

σ_B : 債券基金報酬率的瞬間標準差

$W_{B,t}$ 服從標準韋納過程(Standard Wiener Process)

透過最大概似估計法(Maximum Likelihood Estimator ; MLE)估計對數常態模型之參數 μ_B 及 σ_B 可得其估計值。

本研究在分離帳戶考量 $W_{S_1,t}$ 與 $W_{B,t}$ 之相關性進行模擬

第二節 現金流量⁴模型

一、保險負債評價

根據準則說明⁵，列於一般帳戶之準備金不應低於變額年金商品總準備金與現金解約價值之差，以下為各評價時點下附保證型商品總準備金之計算方法。

第 t 期相關費用現金流：

本研究假設商品保障年限 T，躉繳保費為 GP，保費費用 IF 第一期收取，保證費用 GF 每年年初收取，帳戶管理費用 FMFR 每年年初收取。

$$IF = GP \times IFR \quad (28)$$

$$GF_t = FV_{tB} \times GFR, t = 1, 2, \dots, T \quad (29)$$

$$AGF_t = \sum_{i=1}^t GF_i, t = 1, 2, \dots, T \quad (30)$$

$$FMF_t = FV_{tB} \times FMFR, t = 1, 2, \dots, T \quad (31)$$

其中 FV_{tB} 為各期帳戶期初價值， AGF_t 累積保證費用金額，IFR 為保費費用率，GFR 為保證費用率，FMFR 為帳戶管理費用率。

第 t 期帳戶價值現金流：

$$FV_{1B} = GP - IF \quad (32)$$

$$FV_{tE} = FV_{tB} \times (1 + return_t - GFR - FMFR) - GMWB_t, t = 1, 2, \dots, (T - 1) \quad (33)$$

$$FV'_{TE} = FV_{(T-1)E} \times (1 + return_T - GFR - FMFR) - GMWB_T \quad (34)$$

$$FV_{TE} = FV'_{TE} - Residual_Value = 0 \quad (35)$$

其中 FV_{tB} 表示第 t 期帳戶期初價值， FV_{tE} 表示第 t 期帳戶期末價值

⁴ 參考徐英豪(2019)

⁵ Valuation Manual 21Section 3.G Reserve Be Held in the General Account: The portion of the aggregate reserve held in the general account shall not be less than the excess of the aggregate reserve over the aggregate cash surrender value.

$return_t$ ⁶為投資報酬率，GMWB 為提領保證金額

FV'_{TE} 表示第 T 期帳戶價值餘額還給保戶前之帳戶價值

FV_{TE} 表示第 T 期帳戶價值餘額還給保戶後之帳戶價值

Residual_Value 為商品期限到期時帳戶價值餘額

第 t 期保證金額計算：

GMDB 為死亡保證金額，GMWB 為提領保證金額。

$$GMDB_t = GP, t = 1, 2, \dots, k \quad (36)$$

$$GMDB_t = GP - (t - k) \times GMWB, t = k + 1, \dots, T \quad (37)$$

$$GMWB_t = (GP - IF) \times \frac{(1 - GFR - FMFR)^k}{T - k}, t = k + 1, \dots, T \quad (38)$$

其中 k 為累積期年數。

第 t 期累積虧損現金流計算：

死亡保證各期成本與累積虧損，

$$DB_t = \max(GMDB_t, FV_{tE}), t = 1, 2, \dots, T \quad (39)$$

$$DBC_t = \max(DB_t - FV_{tE}, 0), t = 1, 2, \dots, T \quad (40)$$

$$DBD_t = DBC_t - AGF_t, t = 1, 2, \dots, T \quad (41)$$

$$DBAD_t = (DBAD_{t-1} + DBD_t) \times {}_{t-1|}q_x, t = 1, 2, \dots, T \quad (42)$$

$$DBPVAD_t = DBAD_t \times V_t, t = 1, 2, \dots, T \quad (43)$$

其中 V_t 為透過 EIOPA 無風險利率曲線計算之折現因子

提領保證各期成本與虧損，

$$WB_t = \max(GMWB_t, FV_{tE}), t = 1, 2, \dots, T \quad (44)$$

⁶ 實際路徑採用 SPXT 與 Barclays 組合之股票型基金、平衡型基金、債券型基金 3000 組情境之累積報酬中位數情境。模擬情境則採用 SOA 情境產生器 US, Fixed, Balanced 之 3000 組報酬。

$$WBC_t = \max(WB_t - FV_{tE}, 0), t = 1, 2, \dots, T \quad (45)$$

$$WBD_t = WBC_t - AGF_t, t = 1, 2, \dots, T \quad (46)$$

$$WBAD_t = (WBAD_{t-1} + WBD_t) \times {}_{t-1|}p_x, t = 1, 2, \dots, T \quad (47)$$

$$WBPVAD_t = WBAD_t \times V_t, t = 1, 2, \dots, T \quad (48)$$

各期累積虧損現值，

$$PVAD_t = DBPVAD_t + WBPVAD_t, t = 1, 2, \dots, T \quad (49)$$

準備金計算：

依據 SOA 情境產生器產生 n 條報酬⁷，依照上述各期累積虧損現值之計算方法，可得 $n \times T$ 個累積虧損現值，找出每一條路徑中最大之累積虧損現值(X)

$$X_i = \max(PVAD_{i,1}, PVAD_{i,2}, \dots, PVAD_{i,T} | i = 1, 2, \dots, n) \quad (50)$$

將 n 個最大虧損現值排序後，計算情境中最大 30% 之累積虧損的平均值，即

$$CTE(70) = \frac{X_1^* + X_2^* + \dots + X_{n \times 30\%}^*}{n \times 30\%}, X_1^* \geq X_2^* \geq \dots \geq X_n^* \quad (51)$$

AG43 之標準情境金額 SSA 計算方法

標準情境金額之計算方法與計算 CTE(70) 方式相似，主要差異在於利用 AG43 所規範之特定單一情境報酬及脫退率假設進行準備金之計算。本研究簡化年預留金額之計算，並依照投資基金的種類選擇指定的情境計算保單帳戶價值，如表 2 SSA 報酬率假設所示，進而計算出累積淨收益金額(accumulated net revenue, ANR)，再透過累積淨收益金額(ANR)之最大累積虧損現值之 CTE(70) 為標準情境金額 SSA。

$$X'_i = \max(-ANR_1, -ANR_2, \dots, -ANR_T) \quad (52)$$

⁷ 根據分離帳戶投資標的，股票型基金選用產生器中的 US Return，平衡型基金選用 Balanced Return，債券型基金選用 Fixed Return，且三者皆通過 AG43 校正表，因此本研究採用此三組報酬率為各情境之報酬率。

$$SSA = \frac{X'_1 + X'_2 + \dots + X'_n \times 30\%}{n \times 30\%}, X'_1 \geq X'_2 \geq \dots \geq X'_n \quad (53)$$

因此各評價時點之 AG43 準備金可以表示如下：

$$AG43 Reserve_t = \max(CTE(70)_t, SSA_t), t = 0, 1, \dots, T \quad (54)$$

VM21 之額外標準預測金額 ASPA 計算方法

本研究計算額外標準預測金額計算方法為 CTEPA，該方法規範 VM21 費用率與脫退率如表 4，並再次藉由計算 CTE(70)的方式得出指定預測金額(PPA)，並由 PPA 與原商品假設之 CTE(70)之差得出未緩衝額外標準預測金額(UASPA)。由於本商品假設中情境準備金皆大於現金解約價值，因此未設下限之 CTE70(UCTE70)即為 CTE70，未設下限之 CTE65(UCTE65)即為 CTE65，從而可得額外標準預測金額 ASPA。

$$X'_i = \max(PVAD'_{i,1}, PVAD'_{i,2}, \dots, PVAD'_{i,T} | i = 1, 2, \dots, n) \quad (55)$$

$$PPA = \frac{X'_1 + X'_2 + \dots + X'_n \times 30\%}{n \times 30\%}, X'_1 \geq X'_2 \geq \dots \geq X'_n \quad (56)$$

$$UASPA = PPA - CTE(70) \quad (57)$$

$$ASPA = \max(UASPA - (CTE70 - CTE65), 0) \quad (58)$$

其中 PVAD' 為藉由 VM21 規範所得之最大累積虧損現值。

因此各評價時點之 VM21 準備金可以表示如下：

$$VM21 Reserve_t = CTE(70)_t + ASPA_t, t = 0, 1, \dots, T \quad (59)$$

二、資產評價

一般帳戶資產部份，設定資產負債比率為 0.95，將初期準備金評價除以 0.95 作為初始投入資產，並依據表 11 所設定之投資比例將資金投入各投資標的，本研究簡化各期流入之費用收入，因此各期資產可以表示為：

$$A_0 = Reserve_0 / 0.95 \quad (60)$$

$$A_t = A_{t-1} + dA_t, t = 1, 2, \dots, T \quad (61)$$

其中， $Reserve_0$ 為 AG43 $Reserve_0$ 或是 VM21 $Reserve_0$

且 $dA_t = r_{A,t} A_t dt$

而 $r_{A,t} = \omega_{B^d} \frac{dP^d(t,T)}{P^d(t,T)} + \omega_{B^f} \frac{dP^f(t,T)}{P^f(t,T)} + \omega_S \frac{dS_t}{S_t} + \omega_M \frac{dM_t}{M_t} + \omega_R \frac{dR_t}{R_t}$

第三節 資本要求計算

一、RBC 資本要求計算

本研究僅考慮 C_3 風險，因此本研究之附保證型商品自有資本要求為 C_3 。

根據 RBC C3P2 規範與 AG43 規範， C_3 之計算方法應如下：

$$C_3 = \max(\text{CTE90}(\text{C3 Phase II}), \text{SSA}(\text{C3 Phase II})) - \text{AG43 Reserve} \quad (62)$$

本研究簡化 C3 Phase II 規範，僅採用 AG43 規範，因此各期 C_3 計算方法如下：

$$C_{3,t} = \max(\text{CTE90}(\text{AG43})_t, \text{SSA}(\text{AG43})_t) - \text{AG43 Reserve}_t \quad (63)$$

NAIC 採用 VM21 後 RBC C3 風險改為以下方式計算：

$$C_3 = 25\% \times ((\text{CTE98}(\text{VM21}) + \text{Additional Standard Projection Amount} - \text{VM21 Reserve}) \times (1 - \text{稅率}) - (\text{VM21 Reserve} - \text{稅收準備金}) \times \text{稅率}) \quad (64)$$

本研究不考慮稅率，從而 C_3 計算方法如下：

$$C_3 = 25\% \times (\text{CTE98}(\text{VM21}) + \text{ASPA} - \text{VM21 Reserve}) \quad (65)$$

又因為 $\text{VM21} = \text{CTE70} + \text{ASPA}$ ，因此各期 C_3 計算方法如下：

$$C_{3,t} = 25\% \times (\text{CTE98}(\text{VM21})_t - \text{CTE70}(\text{VM21})_t), t = 1, 2, \dots, T \quad (66)$$

二、ICS 資本要求計算

本研究探討不同制度下附保證型商品之資本差異，而與附保證型商品最為相關之風險在 ICS 風險分類下為市場風險。本研究僅探討市場風險下股票風險的股票衝擊，因此於各評價期之一般帳戶資產中股票部分(5% TWSE)與分離帳戶資產中的股票部分(平衡型基金為 60% SPXT，股票型基金為 100% SPXT)應分別遭受 48% 下跌價與 35% 下跌之衝擊⁸，因此衝擊前後之差額可以表示如下：

⁸ 該衝擊表於表 6

$$\Delta A_t = Stock_Asset_A_t \times (1 - 48\%) - Stock_Asset_A_t \quad (67)$$

$$\Delta L_t = Stock_Asset_L_t \times (1 - 35\%) - Stock_Asset_L_t \quad (68)$$

其中 $Stock_Asset_A_t$ 為一般帳戶資產各期股票資產價值

$Stock_Asset_L_t$ 為分離帳戶資產各期股票資產價值

ICS 規範以淨資產衝擊前後之差額作為自有資本要求，因此自有資本要求可以表示如下：

$$\text{自有資本要求} = \Delta NAV_t = \Delta A_t - \Delta L_t \quad (69)$$



第五章 模型參數估計與參數設定

第一節 一般帳戶模型參數估計與設定

一、短期利率

國內、外之短期利率模型部分皆以最大概似函數求得最佳參數，並以參數進行模擬未來之短期利率，再引入 CIR 模型下之零息債券動態過程以預測債券投資報酬。資料使用 Koyfin 資料庫 2001 年至 2019 年共計 19 年之台灣十年期公債共 4,948 筆殖利率之日資料進行參數估計，國外利率則使用 Bloomberg 資料庫 2001 年至 2019 年共計 19 年之美國各年期公債共 4,752 筆殖利率之日資料進行參數估計，估計結果如表 9。

表 9 CIR 模型參數估計結果

	k	θ	σ
台灣十年期公債	0.8656	0.0144	0.0469
美國十年期公債	0.4249	0.0287	0.0538

二、股票基金

國內股票基金由最大概似函數估計 GBM 最佳參數，國內股票資料為 Bloomberg 資料庫 2001 年 1 月 2 日至 2019 年 12 月 31 日共 4698 筆台股大盤指數(TWSE)日資料，參數估計結果如表 10。

表 10 國內外股票基金、國外債券基金參數估計結果

	μ	σ
台股大盤指數	0.0473	0.1992

三、一般帳戶投資策略

在一般帳戶資產配置之投資策略部分，假設保險公司將資產配置於國內債券、國外債券、股票、約當現金與不動產五種投資標的之資產比例為 ω_{B^d} 、 ω_{B^f} 、 ω_S 、 ω_M 、 ω_R ，上述投資比例皆為固定常數，且 $\sum_{i \in I} \omega_i = 1$ ， $I \in \{B^d, B^f, S, M, R\}$ 。而保險公司按比例持有上述資產則總資產表示為 A_t ， A_t 之動態過程如下

$$dA_t = r_{A,t} A_t dt \quad (70)$$

其中， $r_{A,t} = \omega_{B^d} \frac{dP^d(t,T)}{P^d(t,T)} + \omega_{B^f} \frac{dP^f(t,T)}{P^f(t,T)} + \omega_S \frac{dS_t}{S_t} + \omega_M \frac{dM_t}{M_t} + \omega_R \frac{dR_t}{R_t}$

依照金管會保險局保險市場重要指標中之人身保險業資金運用表 2020 年統計資料，本研究將所有資金運用分為國內債券投資組合、國外債券投資組合、國內股票投資組合、不動產及約當現金，初始投資比例如表 11。

表 11 各項投資標之投資權重

投資標的	投資比例
國外債券投資組合(ω_{B^f})	67%
國內債券投資組合(ω_{B^d})	18%
國內股票投資組合(ω_S)	5%
不動產(ω_R)	5%
約當現金(ω_M)	5%

第二節 分離帳戶模型參數估計與設定

一、國外股票基金

國外股票基金資料為 Bloomberg 資料庫 2001 年 1 月 2 日至 2019 年 12 月 31 日共 4783 筆 SPXT 日資料，本研究由最大概似函數估計 GBM 最佳參數參數估計結果如表 12。

表 12 國外股票基金參數估計

	μ	σ
SPXT	0.0666	0.1872

二、國外債券基金

國外債券基金為 Bloomberg 資料庫 2001 年 1 月 2 日至 2019 年 12 月 31 日共 4937 筆 Barclays Global Aggregate Total Return Index 日資料，本研究由最大概似函數估計 GBM 最佳參數參數估計結果如表 13。

表 13 國外債券基金參數估計

	μ	σ
Barclays Global Aggregate Total Return Index	0.0246	0.053

三、分離帳戶投資策略

在分離帳戶資產配置之投資策略部分，假設保險公司依據變額年金之投資策略將資產配置於國外債券、國外股票之資產比例為 ω_{B^f} 、 ω_{S^f} ，上述投資比例皆為固定常數，且 $\sum_{i \in I} \omega_i = 1$ ， $I \in \{B^f, S^f\}$ 。而保險公司按比例持有上述資產則分離帳戶資產表示為 A_t ， A_t 之動態過程如下：

$$dA_t = r_{A,t} A_t dt \quad (71)$$

其中， $r_{A,t} = \omega_{B^f} \frac{dP^f(t,T)}{P^f(t,T)} + \omega_{S^f} \frac{dS_t^f}{S_t^f}$

本研究假設變額年金投資策略根據保戶風險偏好可投資於股票型基金、平衡型基金或債券型基金，各類型基金初始投資比例設定如表 14。

表 14 分離帳戶投資標的之投資權重

投資標的	投資比例	
	國外債券 (ω_{Bf})	國外股票 (ω_{Bf})
股票型基金	0%	100%
平衡型基金	60%	40%
債券型基金	100%	0%



第陸章 精算假設與結果分析

第一節 精算假設

一、折現率

本研究涵蓋多項準則，各項準則使用之折現率皆不相同，整理如表 15：

表 15 各制度折現率之比較

	RBC C3 Phase II	AG43	VM21	ICS
折現率	10-year CMT + 50bps 最低 3%、最高 9%	發單時評價利率	淨資產報酬率 (NAER)	採用國際保險監理官協會 (IAIS)規定的殖利率曲線

本研究簡化各項折現率之差異，皆使用 EIOPA 所規定之台灣區無風險利率曲線，各項參數如表 16：

表 16 無風險利率曲線參數

	無風險利率
利率評價時點	2021.06.30
最終流動性觀察點	10
收斂點	50
Alpha	0.108628

無風險利率曲線如圖 3：

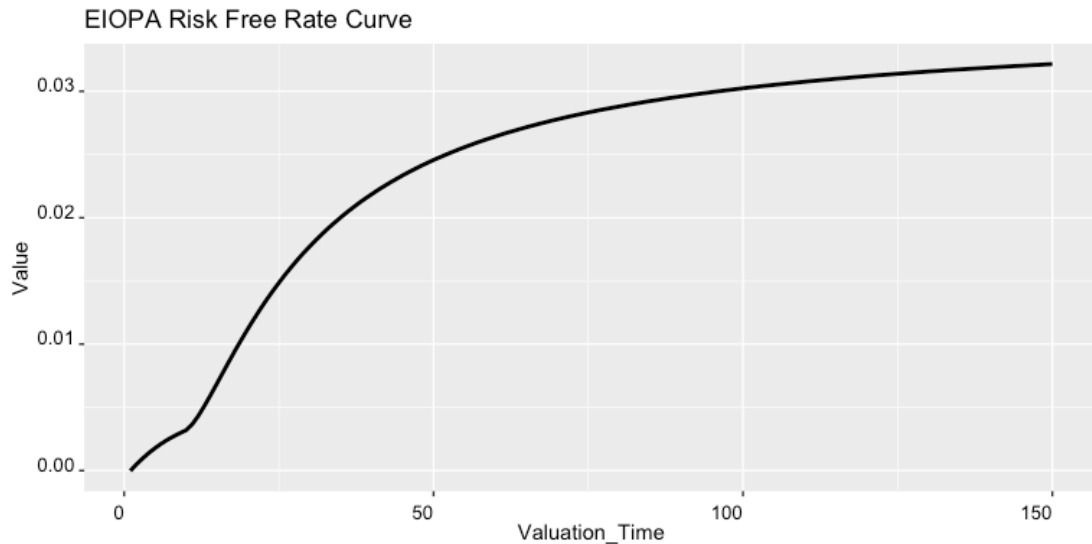


圖 3 EIOPA 無風險利率曲線

二、保險商品現金流之基本假設

表 17 變額年金保險契約內容

商品類型	附身故及提領保證的變額年金				
投資標地	平衡型基金				
投保年齡	40 歲				
性別	女性				
繳費方式	躉繳 100000 美元				
保險遞延期間	20 年				
保險給付期間	20 年				
保證型態	保本				
死亡率	台灣壽險業第二回年金生命表				
脫退率	最初兩年 1%，之後皆為 2%				
費用率	保單行政費	首年 3.5%			
	身故及提領保證費用	每年年末收取帳戶價值的 1.68%			
	基金管理費	每年年末收取帳戶價值的 1.049%			
解約費用	保單年度	第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年及之後
	費用	5%	3%	1%	0%

第二節 報酬率結果

一、一般帳戶資產模擬路徑報酬率結果

藉由一般帳戶模型產生模擬報酬率之平均報酬率、波動度以及第 40 期末累積報酬率結果如下：

平均報酬率：2.58%

波動度：1.66%

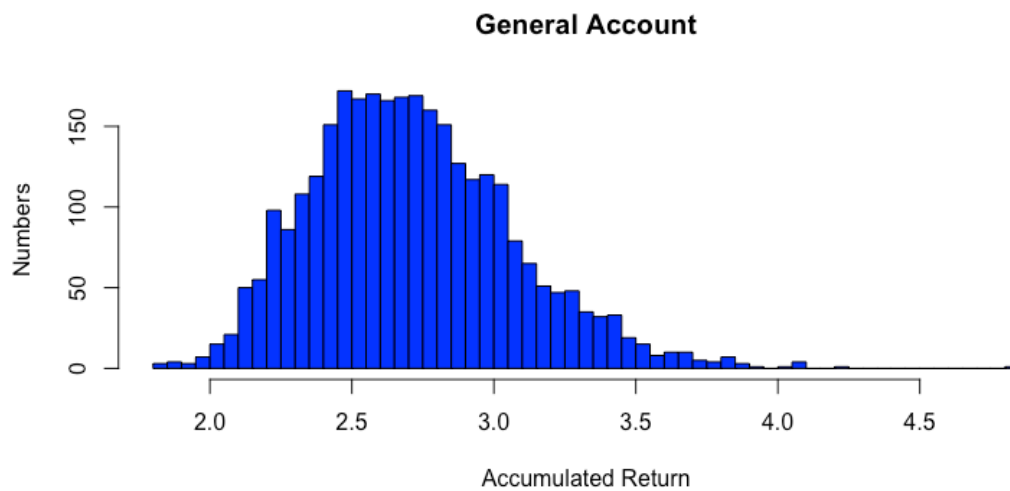


圖 4 一般帳戶累積報酬

二、分離帳戶資產模擬路徑報酬率結果

本研究以 SOA 情境產生器之報酬率作為模擬路徑報酬率，分為股票型基金報酬率、平衡型基金報酬率、債券型基金報酬率，在 AG43 規範中資產情境應通過校正表如表 1，三種基金報酬率之校正表與說明皆列於附錄。以下為各種基金報酬情境之平均報酬率、波動度以及第 40 期末累積報酬率結果：

股票型基金

平均報酬率：7.31%

波動度：15.15%

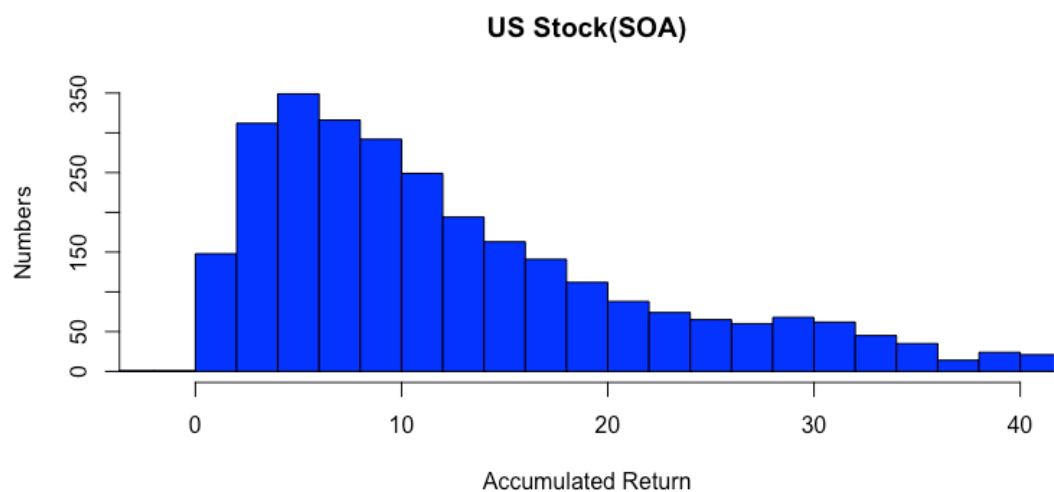


圖 5 股票型基金累積報酬

平衡型基金

平均報酬率：5.71%

波動度：9.53%

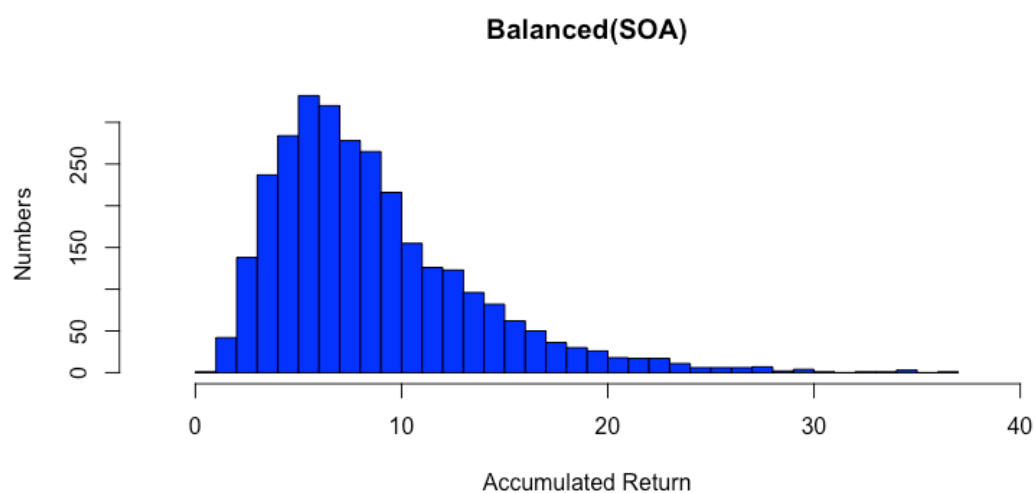


圖 6 平衡型基金累積報酬

債券型基金

平均報酬率：2.65%

波動度：4.03%

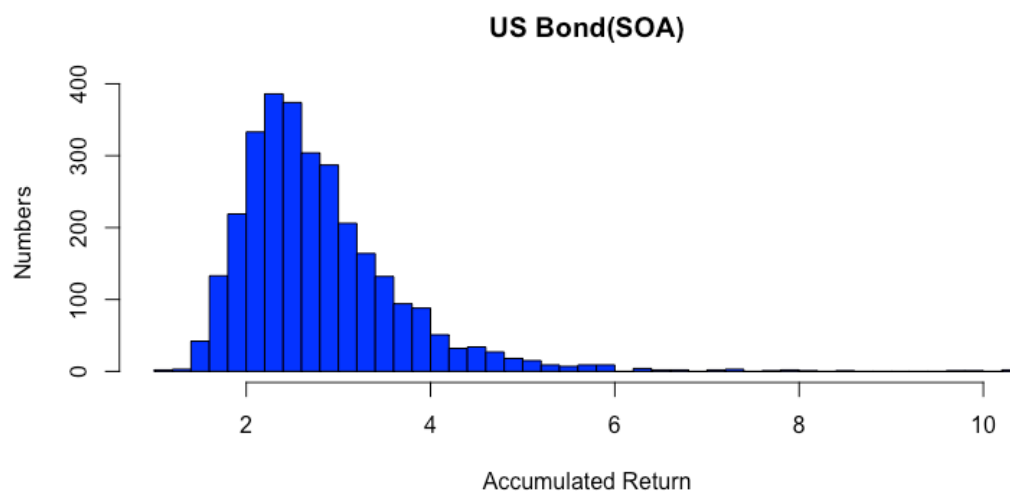


圖 7 債券型基金累積報酬

三、實際路徑報酬率結果

平衡型基金之實際路徑為模擬投資於 SPXT(60%)與 Barclays Global Aggregate Total Return Index(40%)之 3000 組中平均報酬率為中位數之情境，透過實際路徑並考慮各種費用率以及保證提領之分離帳戶資產價值，如圖 8：

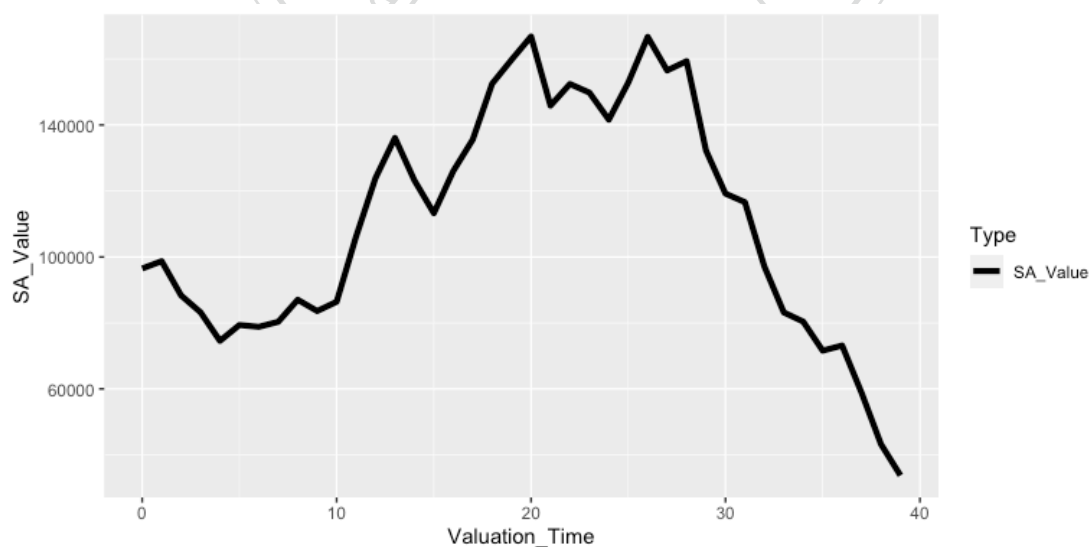


圖 8 平衡型基金各期分離帳戶資產價值

債券型基金之實際路徑為模擬投資於 Barclays Global Aggregate Total Return Index(100%)之 3000 組中平均報酬率為中位數之情境，透過實際路徑並考慮各種費用率以及保證提領之分離帳戶資產價值，如圖 9：

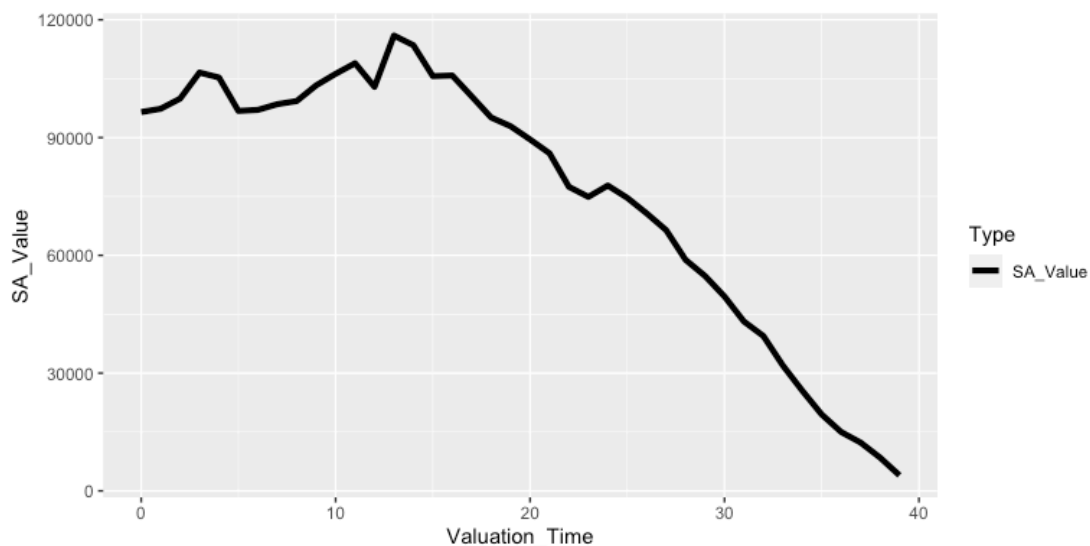


圖 9 債券型基金各期分離帳戶資產價值

股票型基金之實際路徑為模擬投資於 SPXT(100%)之 3000 組中平均報酬率為中位數之情境，透過實際路徑並考慮各種費用率以及保證提領之分離帳戶資產價值，如圖 10：

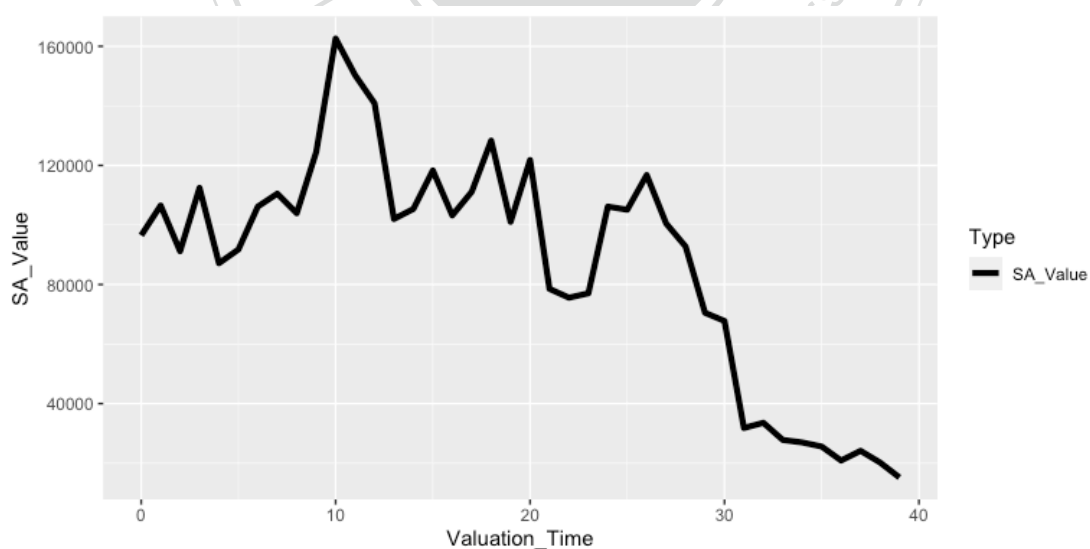


圖 10 股票型基金各期分離帳戶資產價值

第三節 準備金與資本結果分析

一、準備金分析

本研究藉由分離帳戶資產的模擬，於商品各期進行準備金評價。評價之第 t 期與第 $t+1$ 期時間點之時間跨度為一年，設定 $t=0$ 作為評價起始日， $t=T-1$ 作為最終評價日(T 為商品到期日)。在準備金模型中，分離帳戶資產之變動皆以年作為模擬基準，本研究之基礎情境為以投保時躉繳保費扣除相關費用後作為初期分離資產帳戶的初始金額，投資於平衡型基金並以 3000 條模擬之平均報酬率中位數作為評價之基礎情境。

由圖 11 觀察基礎情境之 AG43、VM21 各期準備金，並分析兩準則準備金之差距與 VM21 準備金的組成，結果整理於如表 18、表 19。在基礎情境下，在所有評價時點 VM21 準備金皆高於 AG43 準備金，且兩準則下準備金走勢類似。平均而言，VM21 較 AG43 準備金高出約 1000 元，而標準差增加為原本的約 1.8 倍。此外，由圖 12 可見 VM21 準備金其 ASPA 佔比約 30%-70%之間。該基礎情境中，最大之 AG43 準備金為 6,759.81，而最大 VM21 準備金為 13,045.26，為原本準備金近 2 倍，因此建議保險公司模擬各種可能之下跌情境，估算可能所需之準備金，避免未來高額準備金影響公司營運。

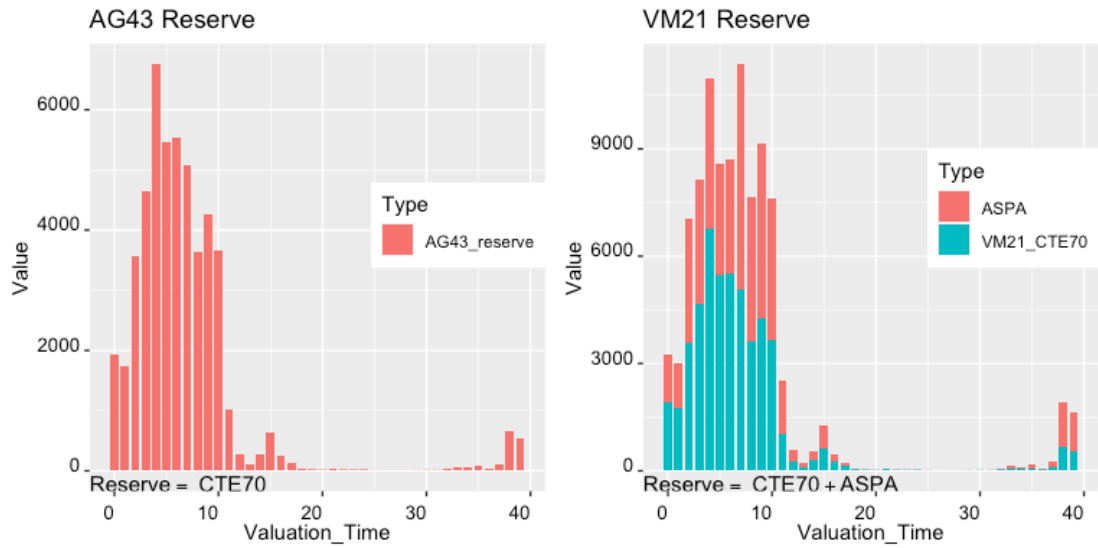


圖 11 各期 AG43 與 VM21 準備金

表 18 VM21 準備金分析與 AG43 比較

		Min	1 st quantile	Median	3 rd quantile	Max
AG43		0.46	14.96	112.60	1839.27	6759.81
VM21	CTE70	0.46	14.96	112.60	1839.27	6759.81
	ASPAs	0.65	9.07	95.96	1413.47	6285.45
VM21 / AG43		2.41	1.63	1.89	1.70	1.93
ASPAs / VM21		0.59	0.37	0.45	0.45	0.55

表 19 AG43 與 VM21 數值比較

	平均數	標準差
AG43	1,268.47	2,000.56
VM21	2,396.34	3,649.72

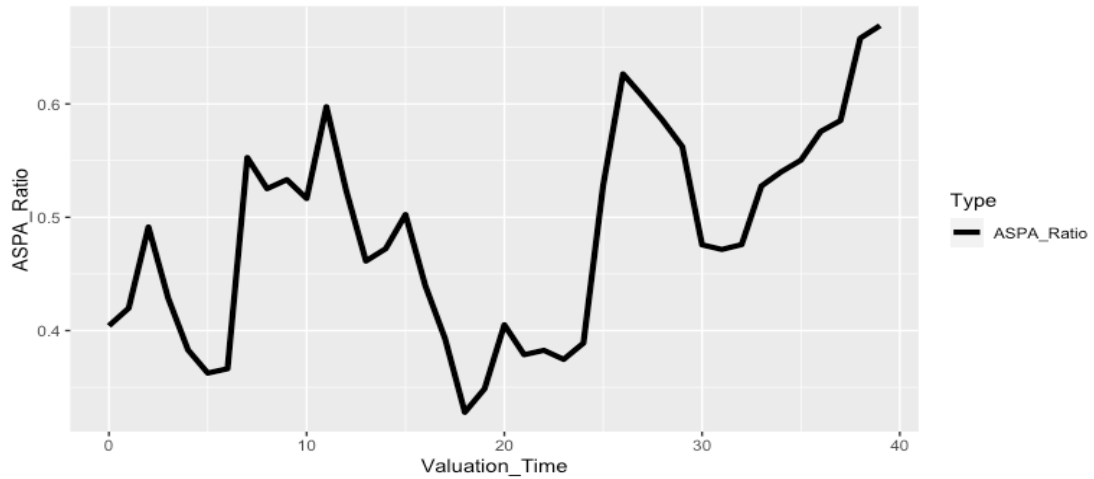


圖 12 ASPA 估 VM21 準備金比例

準備金反應壽險公司承受市場風險的大小，通常而言當分離帳戶資產遭受市場波動時準備金水位提升；反之，則下降。然而，具有提領保證之附保證型商品準備金不僅受市場風險影響，亦因商品本身特性在分離帳戶資產充足時幾乎不需提存準備金，如圖 13 在提領期間(t=20 至 t=38 之間)因分離帳戶價值遠高於保證提領金額以及死亡保證金額，因此準備金幾乎不受市場波動影響而維持在低檔。

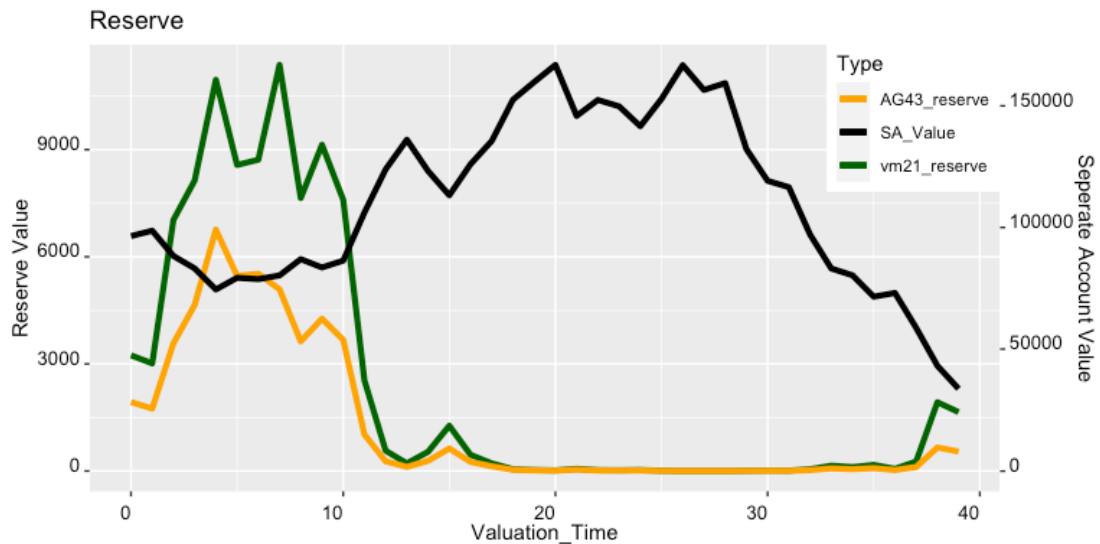


圖 13 準備金與分離帳戶資產之關係

二、資本要求分析

本研究藉由分離帳戶資產的模擬，於商品各期進行準備金評價。評價之第 t 期與第 $t+1$ 期時間點之時間跨度為一年，設定 $t=0$ 作為評價起始日， $t=T-1$ 作為最終評價日(T 為商品到期日)。在資本要求模型中，一般帳戶之變動以年作為模擬基準，本研究假設資產負債比為 95%，以準備金初期評價作為負債計算期初一般帳戶之初始金額。一般帳戶依據表 11 投資至各項標的，並以 3000 條模擬之平均報酬率中位數作為評價之基礎情境。

本研究欲比較目前主管機關對保險業之資本監理採用的方法—風險資本額制度(RBC)以及預計 2026 為接軌 ICS2.0 而上路之監理方法—新一代清償能力制度，前者為係數法，將各項風險乘以特定係數後作為風險資本，再依風險資本比例規定壽險公司最低自有資本提存，後者主要為壓力測試法，分別對一般帳戶資產與負債進行衝擊，資本要求即為淨資產變化差距。

本研究比較以 AG43 為準備金之 RBC 資本要求與以 VM21 為準備金之 ICS 資本要求，各期 AG43 下 RBC 資本要求如圖 14，由圖可見 AG43 下之 CTE(90) 與 AG43 準備金趨勢一致，惟 CTE(90)金額較大，且 CTE(90)在大部分提領期間($t=20$ 至 $t=38$ 之間)金額也維持低檔；VM21 下 ICS 資本要求⁹結果如圖 15，該圖顯示 VM21 在股價衝擊前後之結果以及產生之差額，由圖可見衝擊後之準備金金額普遍較衝擊前之準備金高，且因部分期間準備金金額低，因此衝擊前後之差額幾乎與衝擊後準備金一致。

⁹ ICS 資本要求應包含衝擊前後資產變動與負債變動，惟一般帳戶中股票佔資產比例甚小(約 5%)，因此 ICS 資本要求金額與負債變動幾乎一致。各期衝擊前後資產變動如圖 17。

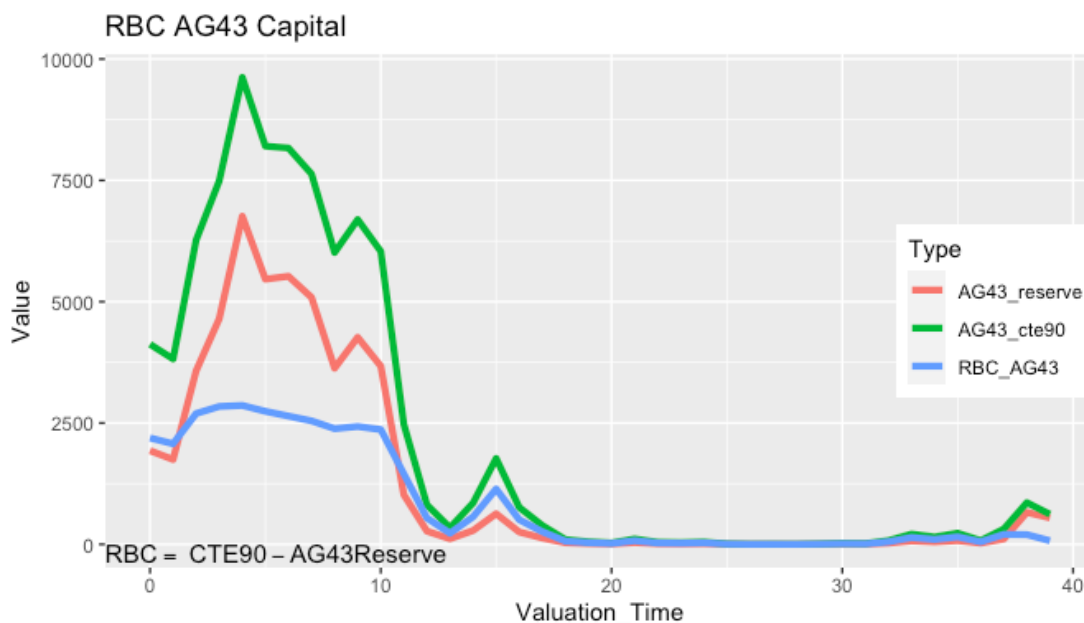


圖 14 AG43 規範下之 RBC 資本要求

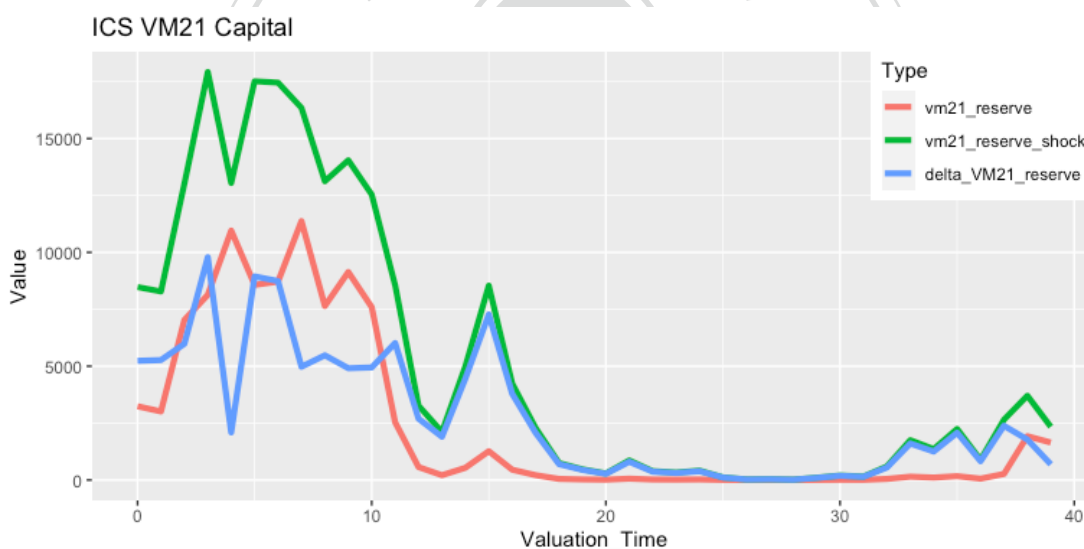


圖 15 VM21 規範下 ICS 之資本要求

不同制度下之資本要求比較結果如圖 16、表 20，普遍而言，考量股票衝擊風險之 ICS 資本要求較考量 C3 風險之 RBC 資本要求高¹⁰，且由圖可見 ICS 所規範之資本要求對市場變化較敏感，於分離帳戶資產下跌時有明顯之波動，而 RBC 所規範之資本要求雖較不敏感仍能部分反映市場變化。以平均數而言，ICS 資本要求超過 3 倍之 RBC 資本要求，標準差也超過原本之 2 倍。

¹⁰ 僅考慮股價衝擊與 C3 風險為本研究之限制，於未來研究方向之章節提及。

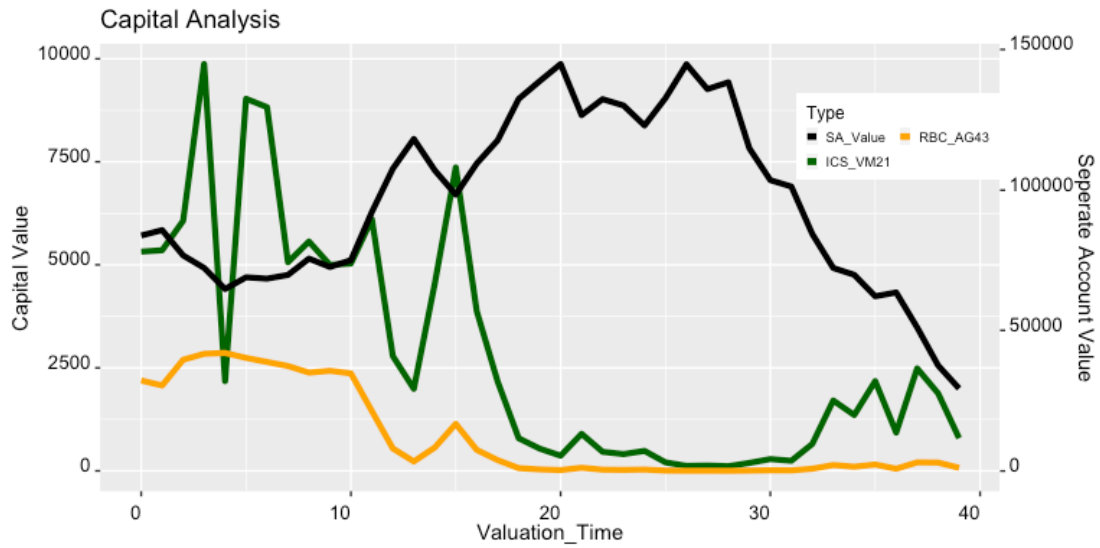


圖 16 不同制度下之資本比較

表 20 RBC 與 ICS 數值比較

	平均數	標準差	最大值
RBC_AG43	844.15	1,095.79	2,862.15
ICS_VM21	2,834.18	2,812.76	9,873.05

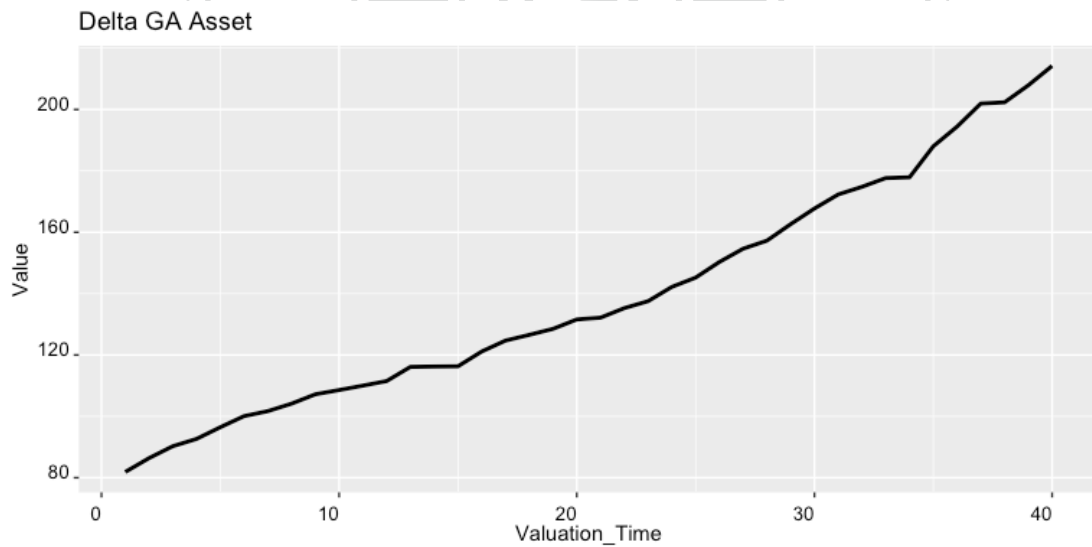


圖 17 衝擊前後資產項之差額

第四節 敏感度分析

本節將進行敏感度分析，分別進行購買變額年金商品之性別變動、年齡變動、資產累積期間變動、投資標的變動現金流測試，考量在不同銷售對象、風險偏好情境下對原始資本要求的影響。



性別、年齡變動

依據不同性別以及年齡計算出之 RBC 及 ICS 資本要求結果如圖 18、圖 19，雖然金額影響不大，但仍可見銷售對象為年齡較大之男性所需資本要求較高，銷售對象為年齡較小之女性所需資本要求較低。建議保險公司於銷售時根據風險胃納調整目標銷售族群。

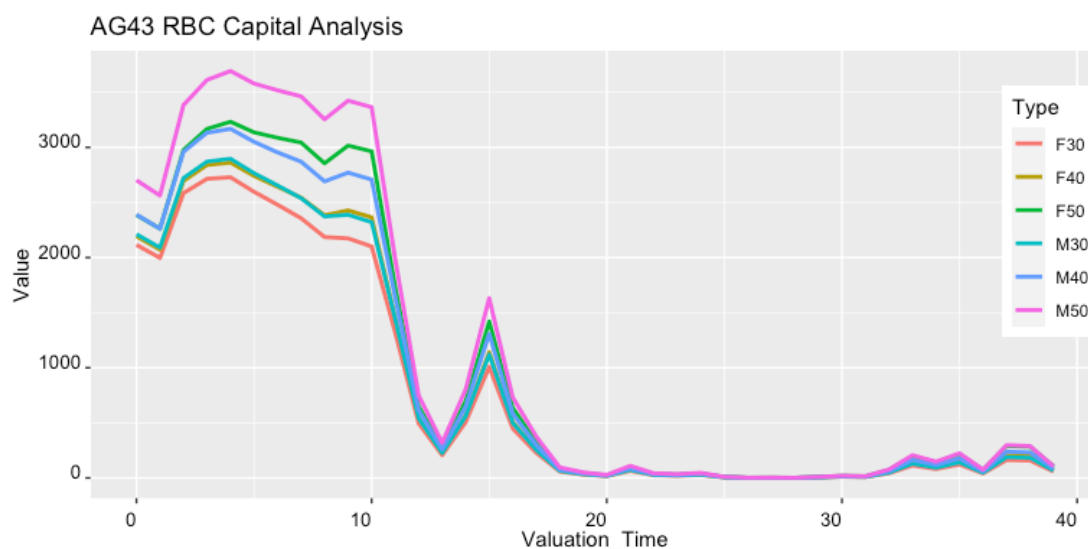


圖 18 AG43 下 RBC 資本要求敏感度分析—性別、年齡

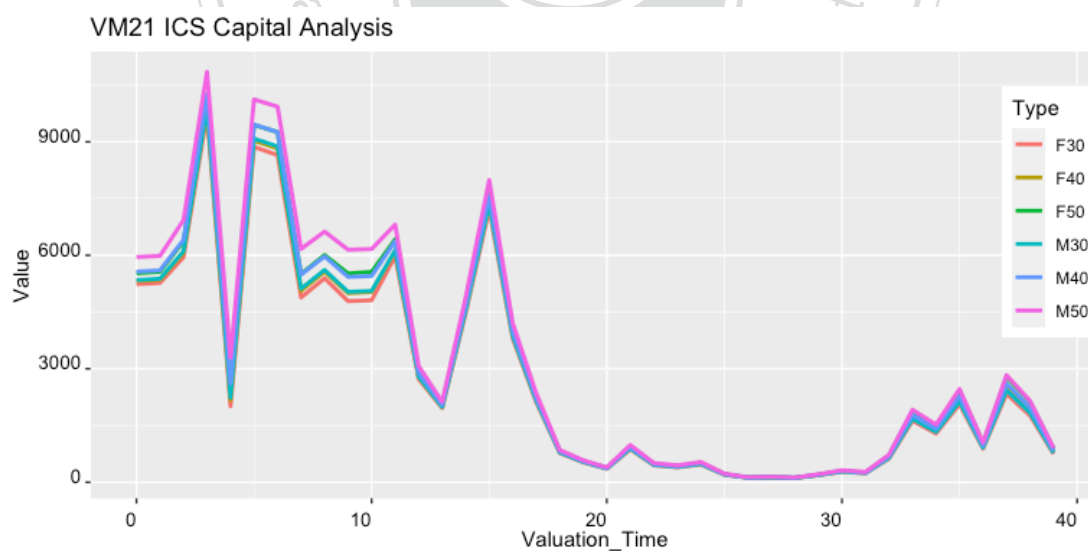


圖 19 VM21 下 ICS 資本要求敏感度分析—性別、年齡

累積期間長度變動

若將變額年金商品之累積期間長度變動納入敏感度分析，結果可見圖 20 與圖 21，由圖可見以中位數而言，商品累積期間越長所需之資本要求越低，原因可能在於進入提領期間之前，分離資產帳戶若是能透過較長之累積期，則較有機會產生較高的分離資產帳戶金額，從而而有較低資本提存金額。但此影響仍有可能為基礎情境所造成的特殊情況，因此建議保險公司根據商品特性試算不同基礎情境下累積期間對資本要求的影響，以發展最有利的商品策略。

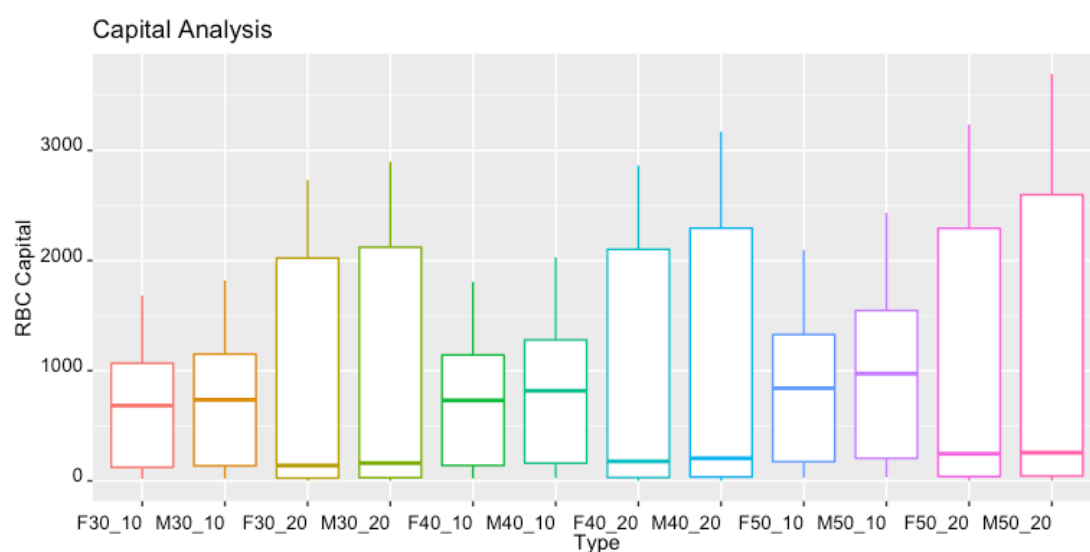


圖 20 AG43 下 RBC 資本要求敏感度分析—累積期間長度

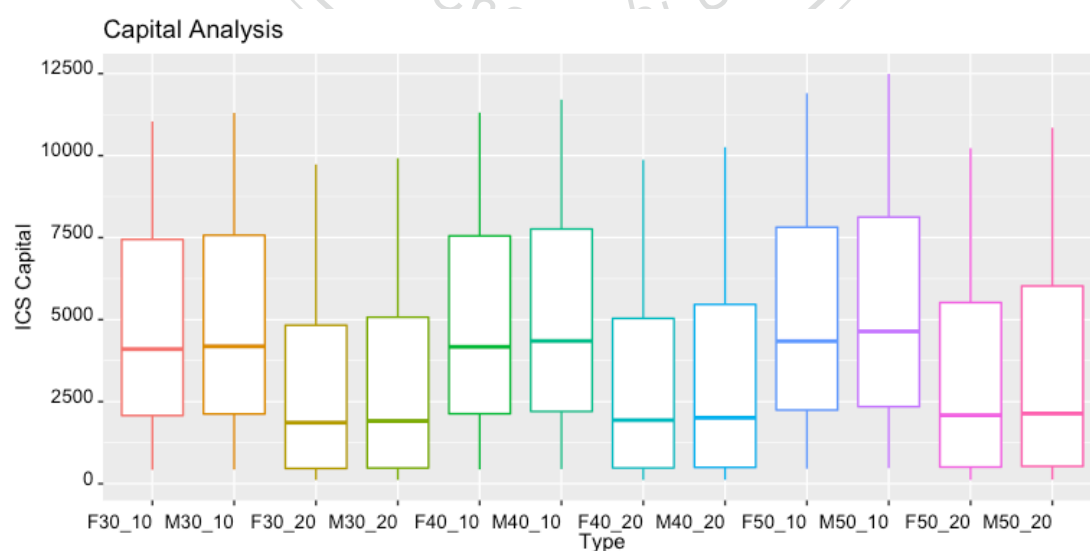


圖 21 VM21 下 ICS 資本要求敏感度分析—累積期間長度

分離帳戶投資策略變動

考慮商品分離帳戶投資於股票型基金、平衡型基金、債券型基金之敏感度分析結果可見圖 22、圖 23。在兩種監理制度下，投資於股票型基金之資本要求波動度皆為最大且資本要求金額通常最大，差距之量化數值可見表 21、表 22，由於本研究僅考慮股價衝擊，因此在 ICS 制度下投資於債券型基金之資本要求幾乎為零¹¹。

本研究發現全股票型之 RBC 資本要求最大值為平衡型資本要求最大值之 2.26 倍，平衡型之 RBC 資本要求最大值為全債券型之資本要求最大值之 1.88 倍，可見全股票型所造成公司之負擔遠甚於另外兩種投資策略；全股票型之 ICS 資本要求最大值為平衡型之資本要求之 2.44 倍，在已經較為嚴格的 ICS 資本要求下對公司造成更多的負擔。

因此，建議保險公司模擬各種市場下跌時所需提存之資本要求，以免在市場狀況不好時，保險公司被要求進行大量增資徒增公司經營的困難。

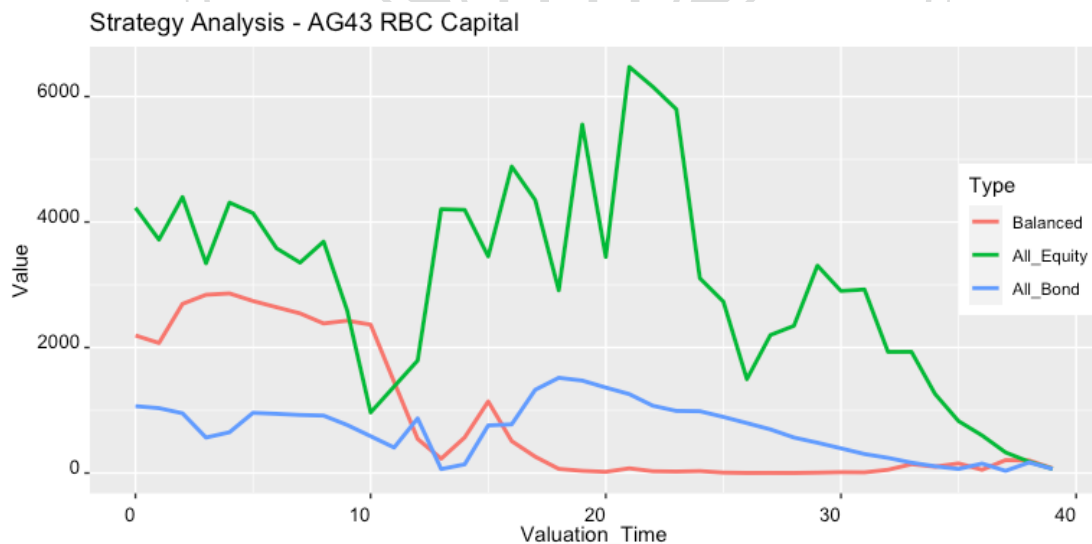


圖 22 AG43 下 RBC 資本要求敏感度分析—投資策略

¹¹ 仍有一般帳戶資產受到衝擊產生之差額

表 21 AG43 下 RBC 資本要求數值敏感度分析—投資策略

RBC_AG43	平均數	標準差	最大值
All Equity	3,026.33	1,636.62	6,472.54
Balanced	844.15	1,095.79	2,862.15
All Bond	687.41	428.7	1,517.83

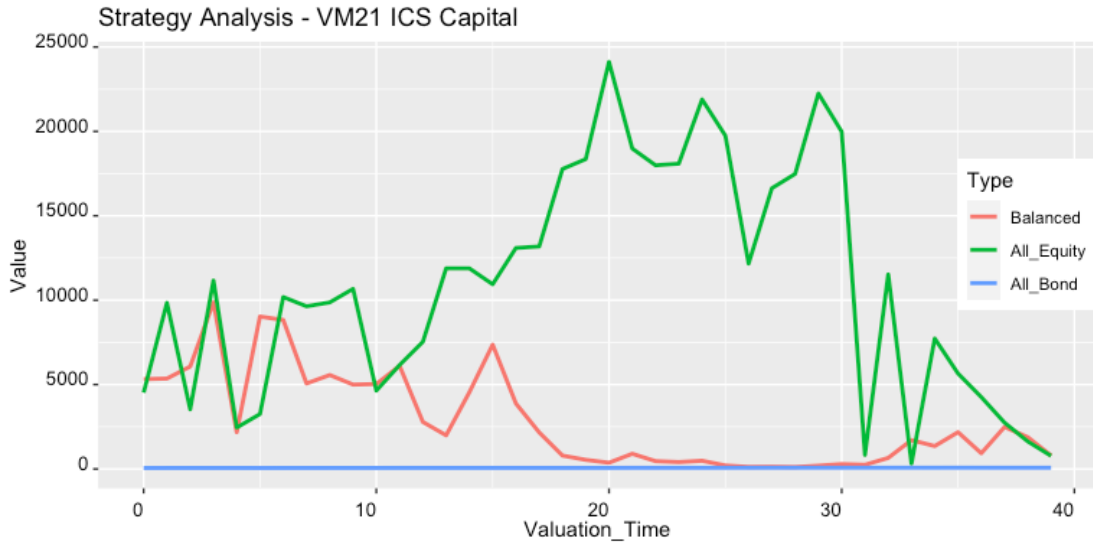


圖 23 VM21 下 ICS 資本要求敏感度分析—投資策略

表 22 VM21 下 ICS 資本要求數值敏感度分析—投資策略

ICS_VM21	平均數	標準差	最大值
All Equity	10,884	6,789.76	24,118.55
Balanced	2,834.18	2,812.76	9,873.05
All Bond	64.82	5.53	73.29

第七章 結論與建議

第一節 結論與建議

為接軌國際且配合財務會計制度之轉換，台灣將於 2026 年採用以 ICS2.0 為基礎之新一代清償能力制度取代過去的風險資本額制度(RBC)，而美國對於附保證型商品之準則也隨著時間更迭，準備金制度 VM21 在 2020 年開始供保險公司自願性加入，逐漸取代 AG43。

本研究以躉繳最低死亡、提領保證商品為例探討不同制度對附保證型商品的資本影響。準備金方面，研究發現 VM21 準備金普遍較 AG43 保守，保險公司需提存較高之準備金，且 VM21 準備金對市場波動的反應也較為劇烈。資本要求方面，相較於 RBC 使用係數法計算，以 ICS2.0 透過壓力法計算之資本要求金額較高，且較能反映市場變化，當市場下跌時 ICS2.0 之資本要求較能即時反應該商品潛在的風險。

敏感度分析方面，年齡越大、性別為男性之情境下，保險公司通常被規範較高之資本要求；累積期長度之影響較年齡、性別之影響明顯，累積期間越短之商品所需的資本要求越高。投資於股票型基金之資本提存金額波動較大且平均而言較其他兩種投資策略高；投資於平衡型基金、債券型基金之資本要求金額波動度相對平穩，平均而言資本要求金額也較低。

綜觀而言，ICS2.0 制度較過去風險資本額制度(RBC)更能反映市場現況，而 VM21 制度較 AG43 制度保守，因此保險公司未來發行附保證型商品時應謹慎估算準備金與資本要求以因應資本市場短時間的大幅波動，建議保險公司應在發行商品前考量風險胃納以利永續經營。

第二節 未來研究方向

本研究由於時間限制，仍有待改進之處，未來可以持續研究方向如下：

1. ICS2.0 規範之市場風險中的利率風險對保險公司有相當程度之影響，且其中涉及較複雜之財務工程模型，建議台灣接軌新一代清償能力制度前必須研究該議題。
2. 在 VM21 規範中給予保險公司在計算額外標準預測金額(ASPA)時兩種選擇，本研究採用 CTEPA 方法，建議未來研究可以比較 CTEPA 方法與 CSMP 的差異以發現適合台灣保險公司的作法。
3. 本研究在風險資本額制度(RBC)僅考慮 C3 風險，建議未來比較資本要求金額研究時得以納入保險風險等其他風險，使得 RBC 資本要求與 ICS2.0 之資本要求更具可比性，更能展現制度轉換的差異。

參考文獻

中文文獻

1. 徐英豪 (2019)。附保證投資型保險商品資產配置之研究。國立政治大學風險管理與保險學系碩士論文。
2. 陳柏仁 (2020)。台灣壽險業經驗資料的死亡率模型與死亡風險資本分析。東吳大學財務工程與精算數學系碩士論文。
3. 譚雅蓁 (2009)。保險業清償能力制度之探討—以歐盟 Solvency II 為例。國立政治大學風險管理與保險學系碩士論文。



英文文獻

1. American Academy of Actuaries 'Life Capital Adequacy Subcommittee to the National Association of Insurance Commissioners' Capital Adequacy Task Force. (2005). Recommended Approach for Setting Regulatory Risk-Based Capital Requirements for Variable Annuities and Similar Products.
2. American Academy of Actuaries Variable Annuity Practice Note Work Group. (2011). The Application of C-3 Phase II and Actuarial Guideline XLIII.
3. Cox, J. C., Ingersoll, J. E., & Ross, S. A. (1985). A Theory of The Term Structure of Interest-Rates. *Econometrica*, 53(2), 385-407. <https://doi.org/10.2307/1911242>
4. Cummins, J. D., Grace, M. F., & Phillips, R. D. (1999). Regulatory solvency prediction in property-liability insurance: Risk-based capital, audit ratios, and cash flow simulation. *Journal of Risk and Insurance*, 66(3), 417-458. <https://doi.org/10.2307/253555>
5. Cummins, J. D., Harrington, S. E., & Klein, R. (1995). Insolvency Experience, Risk-Based Capital, and Prompt Corrective Action in Property-Liability Insurance. *Journal of Banking & Finance*, 19(3-4), 511-527. [https://doi.org/10.1016/0378-4266\(94\)00136-q](https://doi.org/10.1016/0378-4266(94)00136-q)
6. Dong, B., Xu, W., Sevic, A., & Sevic, Z. (2020). Efficient willow tree method for variable annuities valuation and risk management. *International Review of Financial Analysis*, 68, Article 101429. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2019.101429>
7. Duan, J. C., & Yu, M. T. (2005). Fair insurance guaranty premia in the presence of risk-based capital regulations, stochastic interest rate and catastrophe risk. *Journal of Banking & Finance*, 29(10), 2435-2454. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2004.08.012>
8. Feng, R. H., & Vecer, J. (2017). Risk based capital for guaranteed minimum withdrawal benefit. *Quantitative Finance*, 17(3), 471-478. <https://doi.org/10.1080/14697688.2016.1189087>

9. International Association of Insurance Supervisors. (2020). Instructions for the April 2020 Insurance Capital Standard (ICS) Data Collection Exercise of the Monitoring Period Project.
10. Jurkonyte, E., & Girdzijauskas, S. A. (2010). The Solvency Requirements in The Project Solvency II: Evaluating The Impact of Insurance Companies' Financial Results. *Transformations in Business & Economics*, 9(3), 147-157.
11. National Association of Insurance Commissioners. (2008). Actuarial Guideline XLIII.
12. National Association of Insurance Commissioners. (2020). Valuation Manual.
13. Oliver Wyman. (2016). NAIC VA Reserve and Capital Reform Recommended Revisions to AG43 & C3P2.
14. Wang, J. D., & Xu, W. (2020). Risk-based Capital for Variable Annuity under Stochastic Interest Rate. *Astin Bulletin*, 50(3), 959-999. <https://doi.org/10.1017/asb.2020.20>
15. Zhuo, J.(2006). The Economic Capital and Risk Adjustment Performance for VA with Guarantees with an Example of GMAB. Enterprise Risk Management Symposium, Society of Actuaries.

附錄一、校正表

根據 AG43 準則 Appendix5.2，若商品之風險對於右尾較不敏感時可以僅通過左尾校正點。由於 AG43 校正表以投資美國股票情境為例所設下之標準，因此其他基金並不適用該校正表，根據準則 Appendix5.4 可以藉由夏普比率觀察其他基金的風險與報酬之間是否乖離合理報酬。以下附上校正表¹²及夏普比率¹³。

股票型基金夏普比率：0.4002

表 23 股票型基金校正表結果

校準點		第 1 年末		第 5 年末		第 10 年末		第 20 年末	
左尾校正	2.5%	0.78	0.75	0.72	0.61	0.79	0.64	---	
	5%	0.84	0.81	0.81	0.74	0.97	0.78	1.51	1.07
	10%	0.9	0.87	0.94	0.86	1.16	0.97	2.1	1.39
右尾校正	90%	1.28	1.26	2.17	2.01	3.63	3.29	9.02	7.69
	95%	1.35	1.30	2.45	2.23	4.36	3.82	11.7	9.64
	97.5%	1.42	1.35	2.72	2.44	5.12	4.36	---	

¹² 粗體為準則規定數值

¹³ 無風險利率為 2021/7/27 美國十年期公債殖利率 1.25%

平衡型基金夏普比率：0.468

表 24 平衡型基金校正表結果

校準點		第 1 年末		第 5 年末		第 10 年末		第 20 年末	
左尾校正	2.5%	0.78	0.85	0.72	0.80	0.79	0.87	---	
	5%	0.84	0.89	0.81	0.88	0.97	0.97	1.51	1.36
	10%	0.9	0.92	0.94	0.96	1.16	1.1	2.1	1.6
右尾校正	90%	1.28	1.16	2.17	1.61	3.63	2.32	9.02	4.54
	95%	1.35	1.19	2.45	1.73	4.36	2.55	11.7	5.21
	97.5%	1.42	1.23	2.72	1.83	5.12	2.79	---	

債券型基金夏普比率：0.3484

表 25 債券型基金校正表結果

校準點		第 1 年末		第 5 年末		第 10 年末		第 20 年末	
左尾校正	2.5%	0.78	0.95	0.72	0.94	0.79	0.97	---	
	5%	0.84	0.96	0.81	0.96	0.97	1.00	1.51	1.17
	10%	0.9	0.97	0.94	0.98	1.16	1.04	2.1	1.23
右尾校正	90%	1.28	1.03	2.17	1.14	3.63	1.31	9.02	1.82
	95%	1.35	1.04	2.45	1.17	4.36	1.35	11.7	1.95
	97.5%	1.42	1.05	2.72	1.19	5.12	1.40	---	

附錄二、基礎情境之數值結果

表 26 基礎情境之數值結果

Valuation_Time	AG43_reserve	vm21_reserve	RBC_AG43	ICS_VM21	SA_Value
0	1,930.74	3,240.61	2,192.71	5,319.11	96,500.00
1	1,747.79	3,012.29	2,072.27	5,354.13	98,722.33
2	3,576.20	7,031.02	2,695.47	6,068.48	88,340.02
3	4,649.28	8,135.41	2,840.82	9,873.05	83,229.88
4	6,759.81	10,955.60	2,862.15	2,178.14	74,570.29
5	5,463.94	8,571.28	2,741.24	9,030.29	79,372.89
6	5,523.81	8,717.28	2,642.44	8,825.79	78,823.84
7	5,087.84	11,373.29	2,544.10	5,063.29	80,349.92
8	3,629.86	7,644.99	2,383.82	5,565.91	87,036.22
9	4,265.65	9,136.71	2,427.77	4,997.72	83,611.21
10	3,672.42	7,595.86	2,365.30	5,030.85	86,414.49
11	1,022.05	2,539.11	1,450.82	6,108.61	106,172.43
12	271.75	570.45	543.22	2,784.39	123,921.21
13	114.30	212.20	228.60	1,991.39	136,101.57
14	284.15	538.43	567.26	4,546.40	123,228.32

Valuation_Time	AG43_reserve	vm21_reserve	RBC_AG43	ICS_VM21	SA_Value
15	630.64	1,267.26	1,140.58	7,364.11	113,271.61
16	254.28	453.89	508.56	3,875.54	126,041.01
17	130.09	214.29	260.18	2,163.65	135,575.56
18	33.05	49.19	66.10	791.28	152,541.15
19	17.37	26.67	34.73	539.83	159,804.86
20	9.56	16.07	19.12	368.08	166,838.03
21	37.50	60.36	75.00	899.16	145,881.05
22	14.25	23.08	28.49	462.10	152,431.11
23	11.77	18.82	23.55	406.92	149,826.17
24	15.66	25.63	31.33	485.03	141,623.92
25	3.32	7.04	6.63	205.77	152,868.77
26	0.65	1.74	1.29	120.59	166,722.15
27	0.96	2.44	1.91	129.16	156,541.75
28	0.46	1.11	0.91	112.83	159,353.10
29	2.94	6.74	5.88	193.03	132,251.04
30	6.79	12.95	13.58	285.98	119,204.74
31	5.30	10.03	10.60	244.82	116,605.12

Valuation_Time	AG43_reserve	vm21_reserve	RBC_AG43	ICS_VM21	SA_Value
32	25.95	49.51	51.91	652.76	97,121.61
33	70.45	149.11	140.90	1,707.44	83,192.65
34	50.52	109.83	101.05	1,354.83	80,389.49
35	76.80	170.81	153.61	2,178.05	71,600.08
36	25.77	60.73	51.54	929.52	73,153.28
37	110.89	267.38	205.85	2,486.21	58,808.54
38	658.98	1,926.49	200.83	1,880.69	43,217.40
39	545.37	1,648.00	73.85	792.47	33,763.48

